

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ
ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**МІЖНАРОДНИЙ ЕКОНОМІКО-
ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
АКАДЕМІКА СТЕПАНА ДЕМ'ЯНЧУКА**

ВІСНИК МЕГУ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**СЕРІЯ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

Випуск 4



Рівне - 2012

МІЖНАРОДНИЙ ЕКОНОМІКО-
ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
АКАДЕМІКА СТЕПАНА ДЕМ'ЯНЧУКА

ВІСНИК МЕГУ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
СЕРІЯ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

Випуск 4

Рівне - 2012

Редакційна колегія
Барановський С.В.
Бомба А.Я.
Власюк А.П.
Гладун Л.В.
Джунь Й.В. (*головний редактор*)
Кузьменко А.П.
Літнарів Р.М. (*відповідальний редактор*)
Лотюк Ю.Г. (*секретар*)
Ляшенко І.М.
Савула Я.Г.
Стефанишин Д.В.
Сяський А.О.
Турбал Ю.В.
Тадєєв П.О.
Щодро О.Е.
Янчук П.С.

Видається у Міжнародному економіко-гуманітарному університеті імені академіка Степана Дем'янука при сприянні навчальних закладів та наукових товариств Волинського регіону.

Адреса редакції: 33027, Україна, м. Рівне,
вул. академіка Степана Дем'янука, 4,
корпус 2, кімн. №203,
кафедра математичного моделювання
.....телефон: (+00380) 362 23-73-09
.....факс: (+00380) 362 23-01-86
редакція Вісника МЕГУ.
E-mail: mail@regi.rovno.ua
litnarovich@windowslive.com

Зміст

Передмова.....	6
-----------------------	----------

Валецький О.О., Джунь Й.В. Аналіз якості генерування випадкових чисел.....	7
---	----------

Климчук Н.О., Джунь Й.В. Дослідження граничних відносних похибок вимірювання об'ємів витрат спожитого газу на виробничому підприємстві "Технологія скла" на основі теорії інтервальних оцінок.....	34
---	-----------

Костючок С.В., Літнарів Р.М. Побудова моделі вивчення базової дисципліни в середовищі C++ і її використання в курсі "Педагогіка вищої школи".....	43
--	-----------

Лесик Ю.Д., Літнарів Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі залежності впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті методом імітаційного моделювання.....	68
---	-----------

Онищук С.В., Літнарів Р.М. Розробка веб-сайту для підтримки роздрібних торговельних підприємств (на прикладі приватного підприємця С.Онищука).....	77
---	-----------

Рожко В.В., Літнарів Р.М. Моделювання економічних процесів в середовищі Excel і його	
---	--

використання в курсі "Основи наукових досліджень".....	95
---	-----------

Українець І.В., Літнарів Р.М. Аналіз і дослідження криптографічних засобів захисту інформації на базі "Укргазбанк".....	103
--	------------

Федотов Т.С., Літнарів Р.М. Моделювання залежності магнітного моменту Землі від широти і його застосування при вивченні курсу "Фізика з основами геофізики".....	119
---	------------

Ціхоцька К.В., Літнарів Р.М. Засоби комп'ютерного моделювання на мові програмування C++ при вивченні складних економічних явищ.....	135
--	------------

Чернявський О.І., Літнарів Р.М. Розробка модуля функцій парсингу XML і регулярних виразів як важливої технологічної складової АРМ в автосервісі (на прикладі ТОВ "Да ТЕР Рівне").....	150
--	------------

Шемейко А.С., Літнарів Р.М. Застосування імітаційних методів моделювання при вивченні курсу "Математичне моделювання та системний підхід до вивчення складних природних та соціальних явищ".....	172
---	------------

Шоваг В.В., Джунь Й.В. Еволюція поглядів на постулати класичної теорії оцінок.....	184
---	------------

Передмова

Збірник відображає результати найбільш значних та перспективних наукових розробок з математики та інформатики, які отримані викладачами і студентами факультету Кібернетики в Міжнародному економіко-гуманітарному університеті імені академіка Степана Дем'янчука. Збірник призначений для широкого загалу науковців, математиків, аспірантів, фахівців з інформатики, які цікавляться сучасними напрямками розвитку математики, математичного моделювання і інформатики.

Ключові слова: інформатика, математика, моделювання, кібернетика

Сборник отображает результаты наиболее значительных и перспективных научных разработок из математики и информатики, которые получены преподавателями и студентами факультета Кибернетики в Международном экономико-гуманитарном университете имени академика Степана Демьянчука. Сборник предназначен для широкой общественности, ученых, математиков, аспирантов, специалистов по информатике, которые интересуются современными направлениями развития математики, математического моделирования и информатики.

Ключевые слова: информатика, математика, моделирование, кибернетика.

Collection represents of the most considerable and perspective scientific developments from mathematics and informatics that is got teachers and students of faculty of Cybernetics in the International economy -humanity university of the name of academician Stepan Demianchuk . Collection is intended for wide public of scientists, mathematicians, graduate students, specialists on an informatics, that is interested in modern directions of development of mathematics, mathematical design and informatics.

Keywords: informatics , mathematics, design, cybernetics

*Джунь Й.В., доктор фіз.-мат. наук, професор,
академік академії педагогічних наук*

Наукове видання

ВІСНИК МЕРУ

Збірник наукових праць

Випуск 4

Серія математичне моделювання та інформаційні системи

**Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука**

Факультет кібернетики

Кафедра математичного моделювання

**Головний редактор Й.В. Джунь, професор, доктор фіз.-мат.
наук**

Відповідальний редактор Р.М.Літнарівч

**Комп'ютерний набір в редакторі Microsoft® Office® Word 2007
Р.М.Літнарівч**

**Редагування, верстка, макетування та дизайн
Р.М. Літнарівч**

33027, м.Рівне, Україна

Вул.акад. С.Дем'янчука, 4, корпус 1

Телефон: (+00380) 362 23-73-09

Факс: (+00380) 362 23-01-86

E-mail: mail@regi.rovno.ua

litnarovich@windowslive.com

Аналіз якості генерування випадкових чисел

Основною кардинальною вимогою вибіркового методу є дотримання наукових принципів відбору, насамперед об'єктивного підходу до вибору елементів у вибірку. Саме принцип випадковості відбору забезпечує всім елементам генеральної сукупності рівні можливості потрапити у вибірку, тобто забезпечити повну випадковість при формуванні вибірки.

Найбільш надійним способом забезпечення випадковості вибору є використання генераторів чи таблиць рівномірно розподілених випадкових чисел (РРВП). Ми застосуємо обидва даних методи в процесі нашого дослідження.

Внаслідок виключної важливості таблиці випадкових чисел при вирішенні задач статистичного аналізу, необхідно бути впевненим у тому, що числа цієї таблиці є дійсно випадковими. Перевірка відомих статистичних таблиць знаходиться у п. 4.4 цього розділу.

Про випадковість чисел можна судити по розподілу цифр в таблиці РРВП. Якщо ці числа випадкові, то ймовірність появи будь-якої цифри 0,1,2,...,9 має бути рівною теоретичному значенню 0,1. Наприклад, якщо така таблиця має 4000 цифр, то кожна цифра має зустрічатисьдесь біля 400 разів, відхиляючись в ту чи іншу сторону на незначне число. Підрахувавши скільки разів зустрічається та чи інша цифра, отримуємо такий ряд :

Таблиця 3

Цифри пі	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ
Частоти	389	387	432	415	381	417	408	413	373	385	4000

Оскільки теоретично кожна цифра має зустрічатись 400 разів, то значущість чи випадковий характер відхилень між емпіричними і теоретичними даними можна оцінити за допомогою критерію χ^2 -Пірсона.

4.1. Статистична перевірка генерування на основі критерію χ^2 Пірсона.

Під час дослідів ми знаходили розподіл з цифр числа π , обчисленого відповідно до $n_1=1000$, $n_2=5000$, $n_3=10000$, $n_4=50000$, $n_5=100000$, $n_6=500000$ знаків після коми і використовували його як вхідні дані для аналізу – спочатку ми обчислювали самі десяткові цифри, потім рахували їх частоти, а далі проводили аналіз за допомогою даного критерію.

В табл.4 ви маєте змогу побачити результати підрахунку емпіричних частот, а також значення критерію для кожної послідовності (звіти знаходяться у додатку J – 3).

Таблиця 4

Ц И Ф Р И	n=1000		n=5000		n=10000	
	n_i	τ	n_i	T	n_i	τ
0	93	0,49	466	2,31	968	1,02
1	116	2,56	532	2,05	1026	0,68
2	103	0,09	495	0,05	1021	0,44
3	102	0,04	459	3,36	975	0,62
4	94	0,36	507	0,10	1012	0,14
5	97	0,09	526	1,35	1045	2,02
6	95	0,25	514	0,39	1023	0,53
7	95	0,25	487	0,34	969	0,96
8	100	0,00	492	0,13	947	2,81
9	105	0,25	522	0,97	1014	0,20

χ^2	4,38		11,05		9,43	
Ц	n=500		n=100000		n=500000	
И	00					
Ф	n_i	τ	n_i	τ	n_i	τ
Р						
И						
0	5032	0,20	10000	0,00	50166	0,55
1	5055	0,60	10138	1,90	49938	0,08
2	4868	3,48	9908	0,85	49920	0,13
3	4947	0,56	10025	0,06	49882	0,28
4	5011	0,02	9969	0,10	49754	1,21
5	5052	0,54	10026	0,07	50362	2,62
6	5017	0,06	10028	0,08	49899	0,20
7	4978	0,10	10026	0,07	50084	0,14
8	5030	0,18	9978	0,05	49903	0,19
9	5010	0,02	9902	0,96	50092	0,17
χ^2	5,78		4,13		5,57	

Позначимо через v_i емпіричні частоти, через v'_i – теоретичні. Значення статистики χ^2 обчислюємо за формулою

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(v_i - v'_i)^2}{v'_i},$$

k – число груп спостережень (в даному випадку воно рівне 10).

Далі скористаємося таблицями з [1] для знаходження імовірностей того, що χ^2 -емпіричне перевищить χ^2 -квадрат теоретичне, тобто перевіримо, чи є вказані вибірки обсягом n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 цифр числа π вибірками із рівномірно розподіленої генеральної сукупності. При цьому критичну точку для критерію χ^2

ми вибирали при умові $\chi^2 = \chi^2_{\text{ед.}}$ і враховували ступінь вільності даного розподілу $\chi^2_{\text{ед.}}$ $r=10-1=9$.

Таблиця 5

№ перевірки	n_j	χ^2	$P(\chi^2)$
1	1000	4,38	88,3
2	5000	11,05	27,5
3	10000	9,43	40,6
4	50000	5,78	76,0
5	100000	4,13	90,2
6	500000	5,57	78,1

Отже, ми бачимо, що при даному визначенні середня імовірність $\bar{P}_{\chi^2} = 78,83\%$. А це значить, що розходження між гіпотезою і спостереженнями можна вважати випадковим. Це значить, що ми можемо прийняти гіпотезу, яка узгоджується з емпіричними даними, тобто говорити про рівномірність розподілу цифр числа π , обчисленого з високою точністю.

Але в досліджуваній послідовності можуть бути довгі серії одних і тих же цифр, явно не випадкового характеру, а в цілому по всій сукупності частоти можуть вирівнюватись і вважатись не випадковим характером. Тому для більш глибокого аналізу чисел застосуємо ще один критерій – критерій Романовського.

4.2. Перевірка генерування з використанням критерію Романовського.

Для розуміння критерію розглянемо спочатку нескінченну послідовність дослідів, незалежних по відношенню до деякої події А, припускаючи, що імовірність події А є незмінною від досліду до досліду і дорівнює р. Нехай подія В протилежна події А, так що імовірність події В $q=1-p$. Припустимо, що послідовність кожних дослідів складає ряд

$$ВВАВААВВВВВВВВВВ... \quad (1)$$

Потрібно виявити чи можна вважати ряд (1) випадковим, тобто таким, в якому поява чи не поява події А залежить виключно від імовірностей р та q, а не від інших яких-небудь факторів, які порушують ці імовірності.

Розглянемо деякий числовий ряд :

$$1534\ 6128\ 6047\ 0806\ ... \quad (2)$$

В ньому є нулі, але чи можемо ми сказати, що цей розподіл є випадковим? Для цього необхідно ввести додаткові поняття. Нехай імовірність появи цифри «0» - подія А, імовірність появи будь-якої іншої цифри - В.

Поділимо ряд (1) на серії, кожна з яких закінчується подією А :

$$ВВА\ ВА\ А\ ВВВА\ ВВА... \quad (3)$$

Для конкретного числового ряду (2) групування буде мати вигляд :

$$1534612860\ 470\ 80\ 6\ ... \quad (4)$$

Позначимо через l довжину серії - в даному випадку це будуть числа 10,3,2,... Вони називаються **рідкостями події А**. Ймовірність того, що рідкість події А буде мати значення l є такою :

$$P(l) = q^{l-1} \cdot p,$$

тобто ряд розподілу рідкості події буде таким:

l	1	2	3	...	l
-----	---	---	---	-----	-----

(5)

$P(l)$	p	qp	q^2p	...	$q^{l-1}p$
--------	---	----	--------	-----	------------

Легко показати, що числові характеристики цього ряду розподілу будуть такими наступними :

Математичне сподівання

$$M(l) = 1 \cdot p + 2 \cdot qp + 3 \cdot q^2p + ... = p(1 + 2q + 3q^2 + ...) =$$

$$= p \frac{d}{dq} (1 + q + q^2 + q^3 + ...) = p \frac{d}{dq} \left(\frac{1}{1-q} \right) = p \frac{1}{(1-q)^2} = \frac{1}{p}$$

тобто,

$$M(l) = \bar{l} = \frac{1}{p} \quad (6)$$

Аналогічним чином В.І. Романовський, використовуючи ряд розподілу (5) знайшов наступні, потрібні в подальшому аналізі числові характеристики, а саме дисперсію ряду (5) :

$$\mu^2 = \bar{l} \cdot q \quad (7)$$

та четвертий момент ряду :

$$\mu^4 = \frac{q(9q + p^2)}{p^4} \quad (8)$$

Припустимо тепер, що в результаті спостережень отримані значення $l_1, l_2, l_3, ..., l_n$ рідкості l . Середні значення і дисперсію цих значень знаходять по відомим формулам

$$\bar{l} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n l_j,$$

$$\mu^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (l_j - \bar{l})^2 \quad (9)$$

Тоді при достатньо великому n мають місце такі наближені нерівності [45]:

$$p(-\varepsilon \leq \bar{l} - \tilde{l} \leq \varepsilon) = \hat{O}(\alpha) \quad , \quad \alpha = \frac{\varepsilon \sqrt{n}}{\tilde{l} \sqrt{q}}$$

$$p(-\varepsilon \leq \mu_2 - \tilde{\mu}_2 \leq \varepsilon) = \Phi(\beta) \quad , \quad \beta = \frac{\varepsilon \sqrt{n}}{\sqrt{\tilde{\mu}_4 + \frac{n-3}{n-1} \tilde{\mu}_2^2}} \quad (10)$$

Приймаючи імовірність 0,9973, яка відповідає $\alpha=\beta=3$, рівню практичної достовірності, отримаємо критерій випадковості Романовського, за яким і перевіряють таблиці РРВП.

$$\frac{|\bar{l} - \tilde{l}| \sqrt{n}}{\tilde{l} \sqrt{q}} < 3 \quad , \quad \tilde{l} = \frac{1}{p}$$

$$\frac{|\mu_2 - \tilde{\mu}_2| \sqrt{n}}{\sqrt{\tilde{\mu}_4 + \frac{n-3}{n-1} \tilde{\mu}_2^2}} < 3 \quad , \quad \tilde{\mu}_2 = \tilde{l}^2 \cdot q; \quad \tilde{\mu}_4 = \frac{q(9q + p^2)}{p^4} \quad (11)$$

Коли нерівності (11) істинні, вважають, що розходження між емпіричним і теоретичним розподілами є несуттєвими.

Ми використали даний критерій для перевірки послідовності цифр числа π , обчисленого з високою точністю. Іншими словами, будемо перевіряти гіпотезу про те, що довжини серій, які передують певній цифрі – 0,1,2,...,9 – утворюють вибірку з генеральної сукупності геометричного розподілу.

Для цього нами був написаний алгоритм, який бере довільну кількість цифр з числа π , ділить їх послідовність на серії по будь-якій цифрі (0,1,...,9), рахує їх довжини, значення статистик, а потім і значення лівих частин формул (11) для того, щоб зробити висновок про те, чи

виконуються нерівності (11), а відповідно чи виконується критерій.

Для перших цифр числа π це буде виглядати наступним чином:

1) обчислюємо значення числа π з високою точністю за допомогою формул, описаних в п.2.2.3:

π
=3,141592653589793238462643383279502884197169399375
1058209749

2) відсікаємо цілу частину і працюємо з цифрами після коми, розглядаючи її як послідовність:

141592653589793238462643383279502884197169399
3751058209749

3) виконуємо поділ на серії по деякій цифрі. Наприклад, «0»:

14159265358979323846264338327950
288419716939937510 5820...

4) рахуємо значення довжин кожної серії:

14159265358979323846264338327950 - 32
288419716939937510 - 18
5820 - 4
97494459230 - 11
781640 - 6
628620 - 6
89986280 - 8
348253421170 - 12
6790 - 4

5) Обчислюємо значення необхідних для подальшого аналізу величин за формулами (7-10):

Таблиця 6

Характеристика:	Значення:
p	0,1
n	9

q	0,9
\bar{l}	11,222
\tilde{l}	10
μ_2	80,944
$\tilde{\mu}_2$	90
$\tilde{\mu}_4$	72990

7) знаходимо ліві частини нерівностей (11):

Нерівність:	Ліва частина:
1	0,407407407
2	0,096614924

8) порівнюємо отримані значення з 3 і робимо висновок : критерій

Романовського підтвердив гіпотезу про те, що ряд значень l_j є вибіркою з рівномірно розподіленої генеральної сукупності, а відхилення від теоретичного закону несуттєві. Хоча під час перевірки даної гіпотези достатньо перевіряти послідовність лише по декільком цифрам, реалізований програмний комплекс автоматично перевіряє одразу всі цифри від 0 до 9 для більш глибокого аналізу.

В таблиці 7 бачимо підсумковий звіт для серій, що вибираються з обчисленого з високою точністю ($n_1=1000$, $n_2=5000$, $n_3=10000$, $n_4=50000$, $n_5=100000$, $n_6=500000$ десяткових цифр) числа π (звіти у додатку J – 2).

Таблиця 7

Цифра по ділу:	n=1000		n=5000		n=10000	
	Ліва частина I	Ліва частина II	Ліва частина I	Ліва частина II	Ліва частина I	Ліва частина II

15

	нерівності (11):	нерівності (11):	нерівності (11):	нерівності (11):	нерівності (11):	нерівності (11):
0	0,699	0,203	1,702	1,604	1,11	1,747
1	1,736	0,829	1,583	0,761	0,933	0,18
2	0,425	1,57	0,155	1,037	0,761	0,618
3	0,317	1,319	2,077	0,736	0,893	0,404
4	0,699	1,524	0,438	0,399	0,45	0,228
5	0,236	0,489	1,255	0,666	1,61	0,71
6	0,581	0,041	0,681	1,295	0,761	1,84
7	0,465	1,849	0,558	0,446	1,038	0,338
8	0,209	1,105	0,355	0,062	1,843	0,61
9	0,741	0,085	1,065	0,635	0,52	0,251
Виконання крит.	Так		Так		Так	
Цифра по ділу:	n=50000		n=100000		n=500000	
	Ліва частина I	Ліва частина II	Ліва частина I	Ліва частина II	Ліва частина I	Ліва частина II
0	0,531	1,188	0,001	1,174	0,141	0,511
1	0,874	0,224	1,522	1,143	0,848	0,551
2	2,104	1,361	1,017	0,808	0,095	0,48
3	0,823	0,087	0,287	0,398	0,807	0,128
4	0,187	0,504	0,313	0,675	0,81	0,263

16

5	0,827	0,13	0,298	0,319	1,262	0,148
6	0,296	0,51	0,332	0,731	1,589	0,021
7	0,348	0,093	0,287	0,24	0,7	0,252
8	0,484	0,186	0,235	0,664	0,05	0,217
9	0,171	0,84	1,084	0,969	0,375	0,578
Використання критерію	Так	Так	Так	Так	Так	Так

Бачимо, що виконання критерію стовідсоткове у кожному окремо взятому дослідженні, що ще раз підтверджує гіпотезу про довжини серій, а відповідно і початкову гіпотезу про цифри числа π як вибірку з рівномірно розподіленої випадкової генеральної сукупності. Це ще один етап в доведенні твердження про можливість його використання як РРВП.

Для подальших досліджень звернемося до наступного критерію – Вейля, який допомагає робити висновок про власне рівномірну розподіленість послідовностей.

4.3. Результати застосування критерію Вейля.

Необхідно побудувати $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \dots$ - конгруентну реалізацію незалежних ознак випадкової величини, рівномірно розміщених на інтервалі $[0,1]$. Для них повинен виконуватись посилений закон великих чисел, тобто

$$\frac{1}{N} = \sum_{i=1}^N f(\alpha_i) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \int_0^1 f(x) dx \quad (1)$$

де $Ef(\alpha_i) - \forall$ інтегрована за Лебегом функція на інтервалі $[0,1]$.

Послідовність чисел $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \dots$ називається рівномірно розподіленою за Вейлем, якщо властивість (1) має місце для \forall інтегрованої за Ріманом функції f .

Критерій Вейля. Послідовність чисел $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \dots$ рівномірно розподілена за Вейлем, коли для \forall цілого k виконується наступне :

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N e^{2\pi i k \alpha_n} \xrightarrow{N \rightarrow \infty} 0, \quad (2)$$

або ж в іншому вигляді

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} e^{2\pi i k \alpha_n} = 0 \quad (3)$$

Як наслідок цього впливає рівномірна розподіленість послідовності $\alpha_n = \{n\beta\}$ для \forall ірраціонального β , де $n=1,2,\dots$, а $\{\beta\}$ – дробова частина числа [46-51].

Критерій Вейля зводить проблему рівномірного розподілу послідовностей до проблеми оцінки деяких експонентних сум. Хоча проблема оцінки їх сукупності може здатися важкою на перший погляд, з врахування мультиплікативних властивостей експоненційних функцій вона вирішується набагато простіше.

Застосуємо даний критерій до цифр числа π , щоб довести їх рівномірну розподіленість.

Формуємо з них послідовність чисел наступним чином :

$$\alpha_n = \{(10^p)^n \pi\}, \text{ де } p \in N, n=0,1,2,\dots \quad (4)$$

Для чисельної перевірки було вирішено працювати з такими вхідними даними : $p=4$, точність обчислення числа $\pi - 10000$ десяткових знаків.

Фактично це означає поділити дробову частину числа π на групи по 4 цифри і нормалізувати їх так, щоб $\alpha_n \in [0,1]$, а потім вирахувати значення критерію. Наочно це можна зобразити так :

$\pi = 3,$
141592653589793238462643383279502884197169399375105
8209...

↓

$\pi = 3, 1415 \ 9265 \ 3589 \ 7932 \ 3846 \ 2643 \ 3832$
7950 2884 1971 ...

↓

$$\alpha_n = \left\{ \frac{1415}{10000} \ \frac{9265}{10000} \ \frac{3589}{10000} \ \frac{7932}{10000} \ \frac{3846}{10000} \ \frac{2643}{10000} \ \frac{3832}{10000} \ \frac{7950}{10000} \ \frac{2884}{10000} \ \frac{1971}{10000} \ \dots \right\}$$

↓

$$\alpha_n = \{0,1415 \ 0,9265 \ 0,3589 \ 0,7932 \ 0,3846 \ 0,2643 \ 0,3832 \ 0,7950 \ 0,2884 \ 0,1971 \dots\}$$

Далі підставляємо дані числа у формулу критерію і

шукаємо значення суми ряду $\sum_{n=1}^N e^{2\pi i k \alpha_n}$, для того щоб

зробити висновок про збіжність (2-3).

Для того, щоб обчислити суму даного ряду, скористаємося формулою Леонарда Ейлера, яка пов'язує комплексну експоненційну функцію та тригонометричні функції [60]:

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x \quad (5)$$

Результати обчислень для 10000 цифр числа π при $k=1..9$ можемо побачити в табл.9.

Таблиця 9

k	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N e^{2\pi i k \alpha_n}$	
	Re (дійсна частина)	Im (уявна частина)

19

1	-0,0343971021707543	+	0,0383575019429545i
2	-0,0120050967666525	+	0,00283483552470705i
3	0,0017113670204714	+	-0,0276078802788094i
4	0,0128505818492520	+	-0,00115777374133866i
5	-0,0066616707549152	+	0,0200502503276722i
6	0,0030584316412893	+	-0,0254786599466057i
7	-0,0065243502843788	+	-0,0105855759834431i
8	0,0234382328001530	+	0,0149209665828818i
9	0,0021807451104205	+	0,0106496193028549i

Наступна таблиця 10 містить узагальнені результати для $n_1=1000$, $n_2=5000$, $n_3=10000$, $n_4=50000$, $n_5=100000$, $n_6=500000$ цифр з числа π (відповідні звіти знаходяться у додатку J – 3).

Таблиця 10

k	n=1000		n=5000		n=10000	
	Дійсна частин а суми:	Уявна части на суми:	Дійсна частин а суми:	Уявна частин а суми:	Дійсна частин а суми:	Уявна части на суми:
1	0,026	0,017	-0,016	0,011	-0,034	0,038
2	-0,075	0,007	-0,014	0,011	-0,012	0,003
3	-0,001	-0,026	-0,021	-0,032	0,002	-0,028
4	0,058	0,054	0,026	-0,016	0,013	-0,001
5	-0,039	0,066	-0,005	0,026	-0,007	0,020
6	0,021	-0,061	0,004	-0,042	0,003	-0,025
7	-0,043	-0,010	-0,006	0,006	-0,007	-0,011
8	-0,019	0,008	0,025	0,016	0,023	0,015
9	0,021	0,002	0,006	0,029	0,002	0,011

Продовж. табл. 10

k	n=50000	n=100000	n=500000
---	---------	----------	----------

20

	Дійсна частин а суми:	Уявна части на суми:	Дійсна частин а суми:	Уявна частин а суми:	Дійсна частин а суми:	Уявна части на суми:
1	-0,008	0,008	0,001	0,007	0,000	0,001
2	0,008	-0,004	0,003	0,002	0,001	0,000
3	-0,002	-0,006	-0,002	-0,002	-0,001	0,001
4	0,004	0,012	0,001	0,010	-0,001	0,004
5	-0,002	-0,001	-0,004	0,001	-0,004	-0,002
6	-0,001	-0,002	-0,003	-0,003	-0,001	-0,001
7	-0,005	-0,008	-0,004	-0,001	0,003	0,000
8	0,008	0,002	0,002	-0,003	-0,001	-0,002
9	0,005	0,004	0,002	0,004	-0,001	0,002

Отже бачимо, що наш чисельний експеримент доводить рівномірну розподіленість чисел нормального розподілу, отриманого з цифр числа π , обчисленого з високою точністю.

Наступним етапом досліджень є спроба аналітичного доведення даного критерію.

Для цього ще раз нагадаємо принцип формування послідовності чисел з використанням числа π – групування його десяткового запису на серії по p цифр з наступним нормуванням. Спробуємо довести даний критерій аналітично для $p=4$:

$$\pi = 3,$$

141592653589793238462643383279502884197169399375105
8209

↓

$$\alpha_n = \{0,1415 \ 0,9265 \ 0,3589 \ 0,7932 \ 0,3846 \ 0,2643 \ 0,3832 \ 0,7950 \ 0,2884 \ 0,1971 \dots\}$$

Запишемо формулу для α_n наступним чином :

$$\alpha_n = \{(10^4)^n \pi\} \quad (6)$$

Підставимо (6) у (3) :

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} e^{2\pi i k \left\{ (10^4)^n \pi \right\}} \quad (7)$$

Враховуючи той факт, що $x = [x] + \{x\}$, маємо :

$$\left\{ (10^4)^n \pi \right\} = (10^4)^n \pi - \left[(10^4)^n \pi \right] \quad (8)$$

Підставимо (8) у (7) :

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} e^{2\pi i k \left\{ (10^4)^n \pi \right\}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} e^{2\pi i k \left((10^4)^n \pi - \left[(10^4)^n \pi \right] \right)} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} \frac{e^{2\pi i k (10^4)^n \pi}}{e^{2\pi i k \left[(10^4)^n \pi \right]}} \quad (9)$$

Оцінімо значення в знаменнику суми (9). Для цього знову застосуємо формулу Ейлера (5)

$$\begin{aligned} e^{2\pi i k \left[(10^4)^n \pi \right]} &= \cos 2\pi k \left[(10^4)^n \right] + i \sin 2\pi k \left[(10^4)^n \right] = \\ &= \cos 2\pi k (10^4)^n + i \sin 2\pi k (10^4)^n = 1 + i \cdot 0 = 1 \end{aligned} \quad (10)$$

Формула (9) відповідно переписеться наступним чином

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} \frac{e^{2\pi i k (10^4)^n \pi}}{e^{2\pi i k \left[(10^4)^n \pi \right]}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} \frac{e^{2\pi i k (10^4)^n \pi}}{1} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n < N} e^{2\pi i k (10^4)^n \pi} \quad (11)$$

Проаналізуємо ряд суми ряду, яка міститься в (11).

$$\text{Очевидно, що } \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left| e^{2\pi^2 i k (10^4)^n} \right| \leq \frac{1}{N} \sum_{m=1}^{10^{4N}} \left| e^{2\pi^2 i k m} \right| \quad (12)$$

Розглядаючи праву частину (12) як геометричну

прогресію із знаменником $e^{2\pi^2 i k m}$, використаємо тривіальну загальновідому формулу для знаходження її суми:

$$S_n = \sum_{i=1}^n b_i = \frac{b_1 - b_{n+1}}{1 - q} = b_1 \frac{q^n - 1}{q - 1}, \dots \quad (13)$$

відповідно отримавши

$$\frac{1}{N} \sum_{m=1}^{10^{4N}} e^{2\pi^2 i k m} = \frac{1}{N} \frac{e^{2\pi^2 i k} - e^{2\pi^2 i k 10^{4N+1}}}{1 - e^{2\pi^2 i k}} = \frac{1}{N} \frac{e^{2\pi^2 i k 10^{4N+1}} - e^{2\pi^2 i k}}{e^{2\pi^2 i k} - 1} \quad (14)$$

Враховуючи те, що

$$e^{2\pi^2 i k 10^{4N+1}} = \cos 2\pi^2 k 10^{4N+1} + i \sin 2\pi^2 k 10^{4N+1}, \text{ а}$$

$$\left| \cos 2\pi^2 k 10^{4N+1} + i \sin 2\pi^2 k 10^{4N+1} \right| \leq 1, \text{ і проводячи}$$

аналогічні оцінки для $e^{2\pi^2 i k}$, отримаємо :

$$\frac{1}{N} \frac{e^{2\pi^2 i k 10^{4N+1}} - e^{2\pi^2 i k}}{e^{2\pi^2 i k} - 1} \leq \frac{1+1}{c} = \frac{2}{c} \xrightarrow{N \rightarrow \infty} 0 \quad (15)$$

Виходячи з теореми про те, що із будь-якої обмеженої послідовності можна виділити збіжну підпослідовність [61], а також з теореми про збіжність залишку ряду (залишок і ряд збігаються або розбігаються

одночасно) [61], ми можемо зробити висновок про збіжність лівої частини (12) :

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N e^{2\pi^2 i k (10^4)^n} \xrightarrow{N \rightarrow \infty} 0$$

Отже, ми підтвердили чисельні результати (табл. 10) і показали, що умова критерію Вейля (2) виконується для наших розподілів, вибраних з числа π .

Це означає, що в контексті нашого дослідження на базі даного критерію ми можемо говорити про число π як генератор дійсно **рівномірно розподілених** (за Вейлем) чисел.

4.4. Перевірка класичних таблиць рівномірно розподілених випадкових чисел.

Аналогічним способом до описаного в п. 4.1 було здійснено перевірку існуючих таблиць рівномірно розподілених випадкових чисел [1],[2], в результаті яких було отримано наступне π (відповідні звіти знаходяться у додатку J – 4):

- 1) Таблиці Пірсона – Хартлі [1]: $\chi^2 = 12.12$; $P_j = 20,8$.
- 2) Таблиці Абрамовіца – Стіган [2] : $\chi^2 = 7,06$; $P_j = 63,1$.

Бачимо, що отримані результати гірші, за отримані нами.

ВИСНОВКИ

Отримані нами імовірності досить високі , якщо виходити з того факту, що аналогічні імовірності, знайдені

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
 для нормального розподілу становлять в середньому 3-10% і в той же час нормальний розподіл має всезагальне застосування як теоретичний розподіл похибок спостережень. Тому ми маємо всі обґрунтування істинності твердження про можливість використання трансцендентних чисел, а саме числа π як генератора випадкових чисел.

Таким чином, можна вважати, що відкрита нова, невідома досі властивість числа π , а саме: підтверджено факт, що це число є ідеальним генератором РРВП, набагато кращим, ніж всевітньо відомі таблиці Пірсона – Хартлі [1] чи таблиці Абрамовіча – Стіган [2].

Витрачено дуже багато зусиль на створення штучних генераторів випадкових чисел, написано тисячі наукових статей, сотні книг, захищено сотні дисертацій. Як виявляється, цих речей можна було б не робити, якби вчасно була відома знайдена нами особливість числа π .

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. *Большев Л.Н., Смирнов Н.В.* Таблицы математической статистики // М.: ВЦ АН СССР, 1968, с. 206.
2. *Abramovitz Ed. M. and Stegun I.* Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs and mathematical Tables // National Bureau of Standards. Applied mathematics Series-55, June 1964 – 832 p.

3. *Knuth D.* The Art of Computer Programming, vol. 2. Seminumerical Algorithms, 3rd edition // Addison-Wesley, Boston, 1998.
4. Rand Corporation. A million random digits with 100 000 normal deviates // Glencoe, Free press, 1955.
5. *Kendall and Babington-Smith J.* Royal Stat. Soc. A101 (1938), p.147-166; B6 (1939), p. 51-61.
6. *Lavington S. H., Mark I.* CACM №21 (1978), p.4-12.
7. *Thomson W. E.* Royal Stat. Soc. A122 (1959), p.301-333.
8. *Press W., Teukolsky S., Vetterling W., Flannery B.* Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, 2nd edition // Cambridge University Press, 1992, p. 277.
9. *Neumann J.* Various techniques used in connection with random digits (edited by A.S. Householder, G.E. Forsythe, and H.H. Germond), 1951.
10. *Meyer H. A.* Symposium on Monte Carlo methods. Held at the University of Florida, March 16–17, 1954 // New York, Wiley, 1956. p.29-36
11. *Lehmer D. H.* Mathematical methods in large-scale computing units. In Proceedings of the 2nd Symposium on Large-Scale Digital Calculating Machinery, Cambridge, Massachusetts. // Harvard University Press, 1949. p. 141-146.

12. *Wold H.* Tracts for Computers No. XXV Random Normal Deviates // Cambridge University Press, 1948.
13. *Hull T.E., Dobell A.R.* Random number generators – Soc. Ind. Appl. Math., 1962, №4, p. 230-254.
14. *Hardy G. H., Wright E. M.* An Introduction to the Theory of Numbers // Oxford University Press, 1960, 4th ed.
15. Метод Фибоначчи с запаздываниями // Материал из Википедии — свободной энциклопедии : http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_Фибоначчи_с_запаздываниями
16. Choosing a Random Number Generator // MatLab Online Documentation.

http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/index.html?/access/helpdesk/help/techdoc/math/brn4ixh.html&http://www.google.com.ua/search?hl=ru&rlz=1C1GGLS_ruUA304UA304&q=matlab+random+generator+fibonacci&btnG=Поиск&meta=
17. Lagged Fibonacci generator // AbsoluteAstronomy.com free portal article.

http://www.absoluteastronomy.com/topics/Lagged_Fibonacci_generator
18. *Matsumoto M. & Nishimura T.* Mersenne twister: a 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator // ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, Vol. 8, No. 1, January 1998, pp. 3-30.

19. Mersenne Twister // Article from Wikipedia, the free encyclopedia : http://en.wikipedia.org/wiki/Mersenne_twister
20. Linear feedback shift registers // Article from Wikipedia, the free encyclopedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/LFSR>
21. *Stander M.* Monte Carlo Simulation Using Parallel Asynchronous Web Services with .NET 2.0 // The Code Project Article.

<http://www.codeproject.com/KB/cpp/montecarlo.aspx>
22. Random Class (System) // Microsoft Developer Network Library Online.

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.random.aspx>
23. *Knuth D.* Usage of random digits // Bulletin of American Mathematical Society. #1 (1979), p.369.
24. *Borwein J.M., Borwein P.B.* Pi and the AGM. A Study in Analytic Number Theory and Computational Complexity // N. Y.: JohnWiley & Sons, 1987.
25. *Bailey, D. H. and Crandall, R. E.* Random Generators and Normal Numbers // Exper. Math. 11, 527-546, 2002.
26. Новости о числе π лаборатории Я. Канады.

<http://www.lupi.ch/PiSites/Pi-Rekord.html>

27. Хрестоматия по истории математики. (Под ред. А. П. Юшкевича) // М.: Просвещение, 1976.
28. О квадратуре круга. С приложением теории вопроса (сост. Ф. Рудио под ред. и с прим. акад. С. Н. Бернштейна) // М.—Л. : ГТТИ, 1934.
В этой книге собраны первоисточники:
Архимед, «Измерение круга»;
Х. Гюйгенс, «О найденной величине круга»;
И. Ламберт, «Предварительные сведения для ищущих квадратуру и спрямление круга»; А. Лежандр, «Доказательство числа того, что отношение окружности к диаметру и его квадрат суть иррациональные числа».
29. *De Morgan, A.* A budget of paradoxes. Reprinted, with the author's additions, from the 'Athenaeum.' // London, Longmans, Green, and co., 1872, 511p.
30. *Звонкин А.* Что такое π ? // Квант. 1978. № 11. С. 28—31.
31. *Белов А., Тихомиров В.* Сложность алгоритмов // Квант, 1999. №2. С. 8-11.
32. Вычисление π совместными усилиями.

<http://www.cecm.sfu.ca/projects/pihex/>
33. Stumpel J.W. A simple pi program.

<http://www.jw-stumpel.nl/pi.html>

34. *Bucknall J.M.* Algorithms to masses. Calculating Pi with C#.

<http://www.boyet.com/Articles/PiCalculator.html>
35. *Michaelis M.* Essential C# 3.0 : for .NET Framework 3.5 // NJ/Boston/
Indianapolis/SF/NY/Toronto/Montreal/London/Munich/Paris/Madrid/Capetown/
Sydney/Tokyo/Singapore/Mexico City : Addison-Wesley, 2008. 875p.
36. *Troelsen A.* Pro C# 2008 and the .NET 3.5 Platform, Fourth Edition // Ebook : Apress, 2008. 1400p.
38. *Рухтер Дж.* Программирование на платформе .NET Framework (изд. второе, дополненное) // М. : Русская редакция, 2003.
39. *Лабор В.В.* C# – создание программ для Windows // Минск: Харвест, 2003.
40. *Liberty J. & Xie D.* Programming C# 3.0 (O'Reilly – Fifth Edition) // Beijing/
Cambridge/Farnham/Köln/Paris/Sebastopol/Taipei/Tokyo
.: O'Reilly, 2008. 609p.
41. C# Delegates and Events - Asynchronous method calls // C# Online.Net Article.

http://en.csharp-online.net/CSharp_Delegates_and_Events-Asynchronous_method_calls

42. Asynchronous Delegates //

.NET Framework Developer's Guide.

[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/22t547yb\(VS.71\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/22t547yb(VS.71).aspx)

43. *Griffiths I.D.* Give Your .NET-based Application a Fast and Responsive UI with Multiple Threads // MSDN Magazine, February 2003.

<http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dvdarchive/cc300429.aspx>

44. Microsoft Developer Network Library for Microsoft Visual Studio <http://msdn.microsoft.com>.

45. *Карацуба А. А.* Основы аналитической теории чисел // М. : Наука, 1983.

46. *Cassels, J. W. S.* An Introduction to Diophantine Analysis // Cambridge, England: Cambridge University Press, 1965.

47. *Finch, S. R.* Powers of $3/2$ Modulo One. §2.30.1 in Mathematical Constants // Cambridge, England: Cambridge University Press, 2003, pp. 194-199.

48. *Kuipers, L. and Niederreiter, H.* Uniform Distribution of Sequences // New York: Wiley, 1974, pp. 7 and 226.

49. *Montgomery, H. L.* "Harmonic Analysis as Found in Analytic Number Theory." In Twentieth Century Harmonic Analysis--A Celebration. Proceedings of the NATO Advanced Study Institute Held in Il Ciocco, July

2-15, 2000 (Ed. J. S. Byrnes). Dordrecht, Netherlands:

Kluwer, 2001, pp. 271-293.

50. *Weyl, H.* Über ein Problem aus dem Gebiete der diophantischen Approximationen // Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl., 234-244, 1914. Reprinted in Gesammelte Abhandlungen, Band I. Berlin: Springer-Verlag, 1968, pp. 487-497.

51. *Weyl, H.* Über die Gleichverteilung von Zahlen mod. Eins // Math. Ann. 77, 313-352, 1916. Reprinted in Gesammelte Abhandlungen, Band I. Berlin: Springer-Verlag, pp. 563-599, 1968. Also reprinted in Selecta Hermann Weyl. Basel, Switzerland: Birkhäuser, 1956, pp. 111-147.

52. *Пуанкаре А.* О науке : Пер. с франц. // М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983 – 550с.

53. *Боголюбов Н.Н.* О некоторых статистических методах в математической физике // Изд-во АН УССР, 1945.

54. *Бут Э.Д.* Численные методы // М. : Физматиз., 1959.

55. *Демидович Б.П., Марок И.А., Шувалова Э.З.* Численные методы анализа // М. : Физматиз, 1963.

56. *Дородницын А.А.* Асимптотические законы распределения собственных значений для некоторых особых видов дифференциальных уравнений второго порядка // Успехи математических наук, т.7, в.6 (52), 1952 – с.3-96.

57. *Митропольский Ю.А.* Применение асимптотических методов нелинейной механики к исследованию нелинейных колебательных систем с распределенными параметрами // III Konferenz uber Nichtlineare Schwingungen (Berlin 25-30 Mai 1964). Berlin : Akademic – Verlag , 1965, pp.10-20.
58. *Bate K., Вилсон E.* Численные методы анализа и метод конечных элементов // М. : Стройиздат, 1982 – 448 с.
59. *Левин В.И.* Рамануджан – математический гений Индии. Сер. 1 – Математика и кибернетика // М. : Знание, 1986 – 48с.
60. *Кузьменко А.П., Бомба А.Я.* Теорія функцій комплексної змінної // Р.: Тетіс, 2004.
61. *Ляшко И.И., Боярчук А.К., Гай Я.Г., Головач Г.П.* АнтиДемидович. Т.2. Ч.1: Ряды. Справочное пособие по высшей математике. Математический анализ. Т.2, Ч.1. Изд.7 // М.: Едиториал УРСС. 2003, 224с.; т.3 - 2001, 224с.; т.4 - 2001, 352с.; т.5 - 2001, 384с.

**Дослідження граничних відносних похибок
вимірювання об'ємів витрат спожитого газу на
виробничому підприємстві «Технологія скла» на основі
теорії інтервальних оцінок**

Анотація. Розробляється формула граничної відносної похибки вимірювання об'ємів витрат спожитого газу на підприємстві з використанням теорії інтервальних оцінок. При цьому наголошується негаусівський характер граничних розподілів похибок.

Аннотация. Разрабатывается формула предельной относительной погрешности измерения объемов расхода употребленного газа на предприятии с использованием теории интервальных оценок. При этом отмечается негауссов характер предельных распределений погрешностей.

Annotation. The formula of maximum relative error of measuring of volumes of charges of the used gas is developed on an enterprise with the use of theory of interval estimations. Nogauss character of maximum distributions of errors is thus marked.

Основні вимоги доточної оцінки, на основі якої будується інтервальна оцінка є наступними[2]:

- спроможність;
- незміщеність;
- достатність;
- ефективність.

Метод оцінки є спроможним, якщо оцінки, отримані з його допомогою, сходяться до істинного значення параметра із збільшенням числа

Нехай $\hat{\theta}_n$ - оцінка параметра θ , отримана на основі n спостережень. Отже, $\hat{\theta}_n$ є спроможною оцінкою параметра θ , якщо для будь-яких $\varepsilon > 0$, $\eta > 0$ існує таке N , що

$$P(|\hat{\theta}_n - \theta| > \varepsilon) < \eta \quad (1)$$

для усіх $n > N$. В цьому разі кажуть, що $\hat{\theta}_n$ сходиться по імовірності θ при зростанні n .

Оскільки спроможність є в значній мірі асимптотичною властивістю, то звідси не випливає, що точність є монотонною функцією n , тобто, навіть якщо оцінка і є спроможною, прибавка деякого числа спостережень не завжди зменшує похибку.

Зміщеність в оцінці $\hat{\theta}$ ми визначаємо як відхилення математичного сподівання $\hat{\theta}$ від істинного значення θ_0

$$b_N(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta}) - \theta_0 = E(\hat{\theta} - \theta_0), \quad (2)$$

де $E(x)$ – оператор математичного сподівання. Оцінку називають незміщеною, якщо для усіх N і θ_0

$$b_N(\hat{\theta}) = 0, \text{ чи } E(\hat{\theta}) = \theta_0 \quad (3)$$

Якщо t – незміщена оцінка параметра θ , то можна було б подумати, що t^2 незміщена оцінка θ^2 . На жаль це не так і це можна легко довести, якщо використати властивість лінійності оператора сподівання. Проте, якщо t^0 – спроможна оцінка θ^2 , то при великих обсягах вибірки оцінка є незміщеною. По цій причині практики вважають спроможність більш важливою властивістю ніж незміщеність.

Оцінка T є достатньою для θ якщо вона використовує всю інформацію про θ , що знаходиться в

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
вимірах x_1, x_2, \dots, x_n . Із кількох недостатніх статистик слід вибрати таку оцінку T , яка має максимум інформації

$$I_T(\theta) = E \left[\left(\frac{\partial L_n(T|\theta)}{\partial \theta} \right)^2 \right], \quad (4)$$

де функція правдоподібності

$$L(T|\theta) = \prod_{i=1}^n f(T_i|\theta) \quad (5)$$

Зрозуміло, що $I_T(\theta)$ менше $I_x(\theta)$ повної інформації про θ , що є у вимірах X :

$$I_T(\theta) \leq I_x(\theta) \quad (6)$$

Оцінка є ефективною якщо її дисперсія відкриває нижній границі нерівності Крамера – Рао. Нехай випадкова величина x – це виміри розподілені по функції щільності $f(x|\theta)$, і нехай оцінка $\hat{\theta}$ має статистичний розподіл $q(\hat{\theta}|\theta)$. Позначимо функцію правдоподібності спостережень через L_x , а функцію правдоподібності оцінки через $L_{\hat{\theta}}$ відповідні їм інформації через I_x і $I_{\hat{\theta}}$.

Тоді у відповідності з (1) зміщення з конфігурацією істинного значення

$$b = E(\hat{A}) - A_0 = \int \hat{A}(x) f(x) / A_0 dx - A_0 \quad (7)$$

Тимчасово пропустимо індекс y_0 . тоді дисперсія вибіркового розділу

$$D(\hat{A}) = \int [\hat{A} - E(\hat{A})]^2 q(\hat{A}|\theta) d \quad (8)$$

пов'язана з інформацією нерівністю Крамера-Рао:

$$D(\hat{\theta}) \geq \frac{[1 + (db/d\theta)]^2}{I_{\hat{\theta}}} \geq \frac{[1 + (db/d\theta)]^2}{I_x} \quad (9)$$

Перша частина цієї надзвичайно важливої нерівності стверджує, що дисперсія незміщеної оцінки обмежена знизу величиною, оберненій інформації яку вона має.

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012

Друга частина нерівності (9) впливає безпосередньо із формули (6) якщо T змінити на $\hat{\theta}$ і вона означає, що дисперсія будь-якої незміщеної оцінки обмежена знизу величиною обернено інформації, яка є у вимірах. Заміщеними I_x у відповідності із принципом (4) отримуємо для будь-якої оцінки [1]

$$D(\hat{A}) \geq \left\{ \frac{(d\tau(\theta))}{d\theta} \right\}^2 / E \left[\left(\frac{\theta \ln L_x}{d\theta} \right)^2 \right], \quad (10)$$

$$\text{де} \quad \tau(\theta) = E(\hat{\theta}) = \theta + b(\theta) \quad (11)$$

Зауважимо, що нерівності (9) та (10) справедливі за умови, якщо:

- 1) Область варіації змінних X не залежить від θ
- 2) Функція правдоподібності L_x має бути регулярною.

Означені вище чотири наближені властивості оцінок завжди потрібно пам'ятати при операціях з вимірами.

Як відомо обсяг спожитого часу ΔV не звітний період розраховувати за формулою

$$\Delta V = V_1 - V_0, \quad (12)$$

де V_0, V_1 - обсяг спожитого придбаного часу відповідно початок кінець звітної періоду.

Згідно з [10] границі допустимої основної відносної похибки об'ємних витрат лічильників спожитого часу не перевищують:

$\eta_{\Delta V} = \pm 2\%$ в діапазоні об'ємних витрат

$$V_{\min} \leq V \leq 0.05V_{\max}; \quad (13)$$

$$0.05V \leq V \leq 0V_{\max}; \quad (14)$$

Ці границі визначені на основі відомого статистичного правила трьох сигм згідно з яким, імовірність того, що похибка X не вийде за вказані межі є досить великою і дорівнює [3]:

$$P(x_{\min} \leq x \leq x_{\max}) = 1 - 0.0027 = 0.9973$$

Тобто, це означає, що на 1000 вимірів похибка X може вийти за вказані границі приблизно три рази (імовірність такої події є досить малою і дорівнює 0,0027). Проте, згадане правило є дійсним лише в тому разі, коли похибка виміру X підкоряються закону Гауса. Саме на такому припущенні побудовані класичні моделі регресійного дисперсійного факторного аналізу, метрологічні моделі, які застосовуються у вітчизняній нормативно-технічній документації. Але в науковій літературі все частіше зустрічається повідомлення, що теоретичних основ для висновку немає. Вперше зі всією серйозністю про це заявив відомий кембріджський професор Г. Джеффріс у роботі [4]. А що ж показують результати експериментів? Фундаментальна перевірка концепції Джеффріса, виконана в Академії наук України під керівництвом академіка Е.П. Федорова, показала, що лише приблизно в 3% випадків розподіл похибок спостережень можна вважати нормальним [5]. В галузі електровимірювальних приладів, а лічильники газу є саме такими; фундаментальне дослідження закону розподілу похибок цих прикладів привів П.В. Нвицький і І.А. Зограф в роботі [6], в якій стверджують, що в переважній більшості випадків ці похибки не є гаусовими. Так в машинно-електротехнічному інституті Варні (Болгарія) було досліджено розподіл похибки градуїровки шкал

пластових електровимірювальних пристроїв. В усіх випадках похибки виявились негаусовими. В роботі [7] зібрані дані про параметри 219 фактичних розподілів похибок при вимірюваннях як електричних так і неелектричних величин різноманітними електричними приладами. Виявилось, що жоден з проаналізованих розподілів не є гаусовим. В лабораторії прикладної математики Тартуського державного університету проаналізовано фантастичне число із 2500 вибірок із архівів реальних статистичних даних. В 92% випадків гіпотезу нормальності прийшлося відхилити [8]. Про те ж стверджується в дослідженні професора А.І. Орлова [9], тому в роботі [10] він стверджує, що правило «трех сигм это модное поветрие». В той же час в якійсь публікації по конкретним дослідженням похибок газових лічильників відсутні, тому з урахуванням результатів вищенаведених досліджень ми підкреслюємо, що виконуваний ними аналіз точності замірів спожитого часу має попередній характер. Згідно з теорією _____ [11] середньоквадратична похибка функцій незалежно вимірюваних величин має такий вигляд

$$\delta_F^2 = \left(\frac{dF}{dx}\right)^2 \delta_x^2 + \left(\frac{dF}{dy}\right)^2 \delta_y^2 + \dots + \left(\frac{dF}{du}\right)^2 \delta_u^2, \quad (15)$$

де x, y, \dots, u значення аргументів функції, а $\delta_x^2, \delta_y^2, \dots, \delta_u^2$ - середні квадратні похибки визначення аргументів. Оскільки оцінювана нами функція(12) є мінімальною, то у відповідності з (15), середня квадратна похибка виміру спожитого газу буде мати такий вигляд:

$$\delta_{\Delta V}^2 = \left(\frac{dF}{dv_1}\right)^2 \delta_{v_1}^2 + \left(\frac{dF}{dv_0}\right)^2 \delta_{v_0}^2 \quad (16)$$

Оскільки, в нашому випадку похідні

$$\frac{dF}{dv_1} = 1; \quad \frac{dF}{dv_0} = 1, \quad (17)$$

То формула (16) набуває вигляд

$$\delta_{\Delta V}^2 = \delta_{V_1}^2 + \delta_{V_0}^2 \quad (18)$$

де співвідношення між граничною помилкою і середньо – квадратичною помилкою δ_V

є наступним:

$$h_V = 3\delta_V \quad (19)$$

Отже, згідно з теорією інтервальних оцінок граничну – похибку вимірювання обсягу спожитого газу слід визначати за формулою

$$h_{\Delta} = \sqrt{h_{v1}^2 + h_{v0}^2}, \quad (20)$$

Де h_{v1} і h_{v0} обчислюють по формулах (13) і (14) із врахуванням додаткової відносної похибки лічильників, що викликана зміною температури вимірювального середовища ($20^\circ \pm 3^\circ$) в діапазоні робочих температур від -20° до 50° С, яка не перевищує 0,04% на кожні 10° С.

На перший погляд може здатися, що використання формули [20] не має особливого економічного значення. Наприклад, при нинішніх цінах на газ похибка [20], при курсі 1 USD = 7.95 UAH коштує 103,44 UAH на кожні 1000 куб. м. газу. Якщо взяти до уваги, що лише одне таке підприємство як "АЗОТ" споживає в рік біля 1,5 млн. куб. м. газу, то в цьому разі похибка коштує 155160 грн. Тому вдосконалення, уніфікація, стандартизація точності вимірів використаного газу є однією з найбільших проблем економії палива взагалі.

Висновки

На основі теорії інтервальних оцінок встановлена формула розрахунку граничної похибки вимірювання

обсягу спожитого газу з врахуванням додаткової відносної похибки лічильників, що викликана зміною температури вимірювального середовища.

Література

1. Статистические методы в экспериментальной физике. Пер. с англ. под ред. А.А. Тяпкина. М.; Атомиздат, 1976, - 335с.
2. Крамер Г. Математические методы статистики. М.; Мир, 1975 – 648с.
3. Большов Л.Н., Смирнов Н.В., Таблицы математической статистики. М.; ВЦ АН СССР, 1986 – 474с.
4. Jeffereys H. Theory of probability -3-d ed. Oxford: Clarendon press, 196-468p.
5. Джунь Й.В. Математическая обработка астрономической и космической информации при не гауссовых ошибках наблюдений. Автореферат дис. доктора физ-матем. Наук. –К .; ГАО АНУ.- 1992 – 46с.
6. Новицкий П.В., Зограф И.А., Оценка погрешностей результатов измерений – Л.; Энергоатом., 1985 – 248р.
7. Алексеева И.У. Теоретические и экспериментальные исследования законов распределения погрешностей, их классификация и методы оценки их параметров: Автореферат дис. канд. техн. наук. Л.; 1975 – 20с.
8. Тоодинг Л.М. /IV Всесоюзная научно-техническая конференция «Применение многомерного статистического анализа в экономике и оценке качества продукции»/ Тезисы докладов – Тарту. ТГУ, 1989, с. 262-263.

9. Орлов А.И. Часто ли распределение результатов наблюдений является нормальным? / Заводская лаборатория, 1971, № 7, с. 64-66.
10. Орлов А.И. «Шесть сигм» - система внедрения контроллинга и его эконометрических инструментов. «Контролинг» 2005 № 1
11. Бугай П.Т. Теорія помилок і спосіб найменших квадратів. Видавництво львівського університету, Львів, 1960 – 368с.

Костючок С.В., Літнарівич Р.М.

Побудова моделі вивчення базової дисципліни в середовищі С++ і її використання в курсі «Педагогіка вищої школи».

Робота виконана на кафедрі математичного моделювання Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука

Рецензенти: В.Г.Бурачек, доктор технічних наук, професор
В.О.Боровий, доктор технічних наук, професор
.....Є.С.Парняков, доктор технічних наук, професор
Відповідальний за випуск: Й.В.Джунь, доктор фіз.-мат. наук, професор

Практична значимість і реалізація роботи полягає в розробці програмного продукту, який є перевіреним, протестований та впроваджений в навчальний процес МЕНУ в курсі «Педагогіка вищої школи». Розроблена високорівнева модель алгоритму відповідає усім вимогам, які були поставлені до даного програмного забезпечення.

Ключові слова: математична модель, базова дисципліна, метод Монте-Карло, програмний продукт.

Практическая значимость и реализация работы заключается в разработке программного продукта, который проверен, протестированный и внедрен в учебный процесс МЕНУ в курсе "Педагогика высшей школы". Разработанная высокоуровневая модель алгоритма отвечает всем требованиям, которые были поставлены к данному программному обеспечению.

Ключевые слова: математическая модель, базовая дисциплина, метод Монте-Карло, программный продукт.

Practical meaningfulness and realization of work consist in software product that is tested, tested and inculcated in the educational process of IEGU in a course "Pedagogics of higher school" development. The worked out high-level model of algorithm answers all requirements that were put to this software.

Keywords: mathematical model, base discipline, method of Monte Carlo, software product. © Костючок С.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Проблема дослідження. створення математичної моделі якості засвоєння базової дисципліни і її дослідження методом статистичних випробувань Монте-Карло.

Мета дослідження. генерувати псевдовипадкові похибки, нормувати їх, побудувати спотворену модель, зрівноважити її і дослідити точність зрівноважених елементів.

Актуальність дослідження. В необхідності оптимізувати навчальний процес вузу з метою побудови математичної моделі якості засвоєння базової дисципліни.

Наукова новизна дослідження. В розробці програмного продукту на мові програмування С++ , який забезпечив би побудову математичної моделі якості засвоєння базової дисципліни з метою вдосконалення навчального процесу вузу.

Метод вирішення проблеми. Застосування методу статистичних випробувань Монте-Карло і методу множинної регресії способу найменших квадратів в основі розробки програми на С++.

Практична значимість і реалізація роботи полягає в розробці програмного продукту, який є перевірений, протестований та впроваджений в навчальний процес МЕНУ в курсі «Педагогіка вищої школи». Розроблена високорівнева модель алгоритму відповідає усім вимогам, які були поставлені до даного програмного забезпечення.

Апробація роботи. Окремі розділи дисертації були доложені і отримали одобрення на наукових конференціях студентів і аспірантів у 2010 і 2011 роках, а також на науковому семінарі кафедри математичного моделювання.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в монографії автора: Костючок С.В. Побудова моделі вивчення базової дисципліни в середовищі C++ і її використання в курсі «Педагогіка вищої школи». Науковий керівник Р.М.Літнарів. МЕНУ, Рівне, 2012.- 125 с.

Основні положення дисертації, що виносяться на захист:

- повний опис практичного застосування регресійного аналізу при моделюванні якості засвоєння базової дисципліни з метою вдосконалення педагогічного процесу вузу;
- розробка математичного апарату створення вісьми факторної математичної моделі;
- розробка математичного апарату отримання середньої квадратичної похибки зрівноваженої функції через допоміжну матрицю Q ;
- розробка контрольної формули розрахунку середньої квадратичної похибки зрівноваженої функції Y через середні квадратичні похибки знайдених коефіцієнтів новоствореної математичної моделі $m_{a0}, m_{a1}, m_{a2}, m_{a3}, m_{a4}, m_{a5}, m_{a6}, m_{a7}, m_{a8}$;
- розробка програмного продукту;
- розробка зручного графічного інтерфейсу системи, який забезпечує комфортну роботу;

- опис технологічної бази розробки і тестування алгоритму;
- середовище розробки.

Структура і об'єм роботи. Магістерська дисертація складається із вступу, трьох розділів, розбитих на підрозділи, висновків і списку використаних джерел із 27 найменувань, із них 4 на іноземній мові, та додатків. Обсяг дисертації 90 сторінок, 14 таблиць, 9 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, даються основні положення дисертації, які виносяться на захист, та приводиться загальна характеристика магістерської дисертації.

В першому розділі описується поняття моделі та моделювання і розглядається імітаційне моделювання та метод статистичних випробувань Монте-Карло. Приводиться методика побудови регресійних моделей.

Другий розділ описує представлення моделі якості засвоєння базової дисципліни, дається розробка методологічних основ побудови математичної моделі базової дисципліни в рамках роботи наукової школи.

Третій розділ включає програмну реалізацію розробленого нами програмного продукту на мові програмування C++, опис та інтерфейс програми.

Сам програмний продукт приводиться в додатку до дисертації.

Другий розділ. Представлення моделі якості засвоєння базової дисципліни

2.1 Розробка методологічних основ побудови математичної моделі базової дисципліни в рамках роботи наукової школи

Нехай, Y — екзаменаційна оцінка студента (від 0 до 100 балів за шкалою EST — результуюча ознака) [2].

Досліджувані фактори:

X_1 — інтерес до вивчення дисципліни (0-5 балів);

X_2 — оцінка студентами роботи викладача (0-5 балів);

X_3 — трудність вивчення дисципліни (0-5 балів);

X_4 — елементи наукового пошуку (0-5 балів);

X_5 — зв'язок зі спеціальністю (0-5 балів);

X_6 — степінь самостійності в написанні першої монографії (0-5 балів);

X_7 — степінь самостійності в написанні другої монографії (0-5 балів);

X_8 — оцінка студентами створеної наукової школи (0-5 балів);

X_1 — інтерес до вивчення дисципліни:

«0 балів» — інтерес до вивчення дисципліни відсутній; «В мене абсолютно відсутнє бажання вивчати дану дисципліну і оцінка на екзамені мене не цікавить»;

«1 бал» — інтерес до вивчення дисципліни обумовлений необхідністю отримати задовільну оцінку на екзамені «50-59 балів» — Е;

«2 бали» — інтерес до вивчення дисципліни обумовлений необхідністю отримати задовільну оцінку що

відповідає шкалі EST D «60-75 балів»; «Пристойно, але зі значними недоліками»;

«3 бали» — «Мені потрібна оцінка С «76-79 балів» для того, щоб була четвірка у виписці до диплому»;

«4 бали» — інтерес до дисципліни високий, відповідає шкалі EST «80-89 балів» — «Дуже добре, вище середнього стандарту»;

«5 балів» — підвищений інтерес; «Я бажаю внести свій внесок в дану дисципліну» — рівень творчості.

X_2 — оцінка студентами роботи викладача: — відповідає традиційній екзаменаційній оцінці роботи студента «від 0 до 5 балів» з тією різницею, що оцінку роботи студента за семестр ставить викладач, а оцінку роботи викладача за семестр ставить студент.

X_3 — трудність вивчення дисципліни:

«0 балів» — ніякої складності у вивченні даної дисципліни немає;

«1 бал» — при вивченні даної дисципліни потрібні мінімальні затрати сил і часу;

«2 бали» — до вивчення дисципліни необхідно прикласти деякі зусилля і час;

«3 бали» — методика викладання дисципліни автоматично забезпечує добру оцінку на екзамені;

«4 бали» — до вивчення дисципліни потрібна значна концентрація зусиль і часу;

«5 балів» — максимальна концентрація зусиль і часу гарантує високу оцінку на екзамені.

X_4 — елементи наукового пошуку:

«0 балів» – вся інформація при вивченні даної дисципліни добре представлена у рекомендованій літературі;

«1 бал» – необхідно вести конспект лекцій, в якому висвітлюються матеріали, яких не можна почерпнути із відомих літературних джерел;

«2 бали» – без конспекту лекцій неможливо проробляти практичні заняття;

«3 бали» – на практичних роботах вирішуються задачі, які потребують творчого підходу і максимального використання комп'ютерної техніки;

«4 бали» – максимальне використання теоретичного матеріалу лекційного курсу в поєднанні із максимальним використанням комп'ютерної техніки;

«5 балів» – написання власних монографій під керівництвом наукового керівника.

X_5 – зв'язок зі спеціальністю:

«0 балів» – «Я не можу відмітити зв'язку зі спеціальністю;

«1 бал» – зв'язок зі спеціальністю незначний;

«2 бали» – зв'язок зі спеціальністю помірний;

«3 бали» – зв'язок зі спеціальністю добрий;

«4 бали» – зв'язок зі спеціальністю високий;

«5 балів» – зв'язок зі спеціальністю повний.

X_6, X_7 – ступінь самостійності в написанні монографії:

«0 балів» – я не зміг завершити дослідження, щоб написати монографію;

«1 бал» – монографія не завершена;

«2 бали» – «Мені допомогли завершити роботу над монографією»;

«3 бали» – «Я сам написав монографію при консультації і наявності допоміжних матеріалів»;

«4 бали» – «Необхідні розрахункові файли створені мною особисто»;

«5 балів» – «Монографія написана, набрана на комп'ютері і видана при моїй же власній авторській редакції».

X_8 – оцінка студентами створеної наукової школи:

«0 балів» – наукова школа не відбулась, монографії не написані;

«1 бал» – 10 відсотків студентів написали власні монографії;

«2 бали» – 25 відсотків студентів написали монографії;

«3 бали» – 50 відсотків студентів написали монографії;

«4 бали» – 75 відсотків студентів написали монографії;

«5 балів» – 85 відсотків студентів написали монографії.

Після проведення екзаменаційної сесії студенти провели експертну оцінку і була отримана наступна зведена таблиця за результатами анкетування. Даний базовий курс вивчало 38 студентів.

Таблиця 0.1. Зведена таблиця успішності по шкалі EST

№п.п.	Екз.од.	Інтерес	Інтерес вивчення	Оцінка викладачу	Грудисть вивчення	Елем.наук. пошуку	Зв'язок зі спец.	Оцінка моногр.1	Оцінка моногр.2	Оцінка Наук.школ.
	У	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	100	1	5	5	4	4	4	5	5	5
2	90	1	5	5	5	5	5	5	5	5
3	90	1	5	5	5	5	5	5	5	5
4	100	1	5	5	3	5	5	5	5	5
5	89	1	4	4	3	4	4	5	4	5
6	89	1	5	5	3	4	5	5	5	5
7	95	1	5	5	5	5	5	5	5	5
8	100	1	5	5	2	5	5	5	5	5
9	90	1	5	5	5	5	5	5	5	5
10	89	1	4	5	4	5	4	5	0	5
11	100	1	5	5	5	5	5	5	5	5
12	80	1	4	5	4	5	4	0	0	4
13	89	1	4	5	4	4	4	5	4	5
14	90	1	5	5	3	5	5	5	5	5
15	100	1	5	5	4	3	5	5	5	5
16	90	1	5	5	4	4	5	5	5	5

17	100	1	4	5	4	4	4	5	5	5
18	100	1	5	5	5	5	5	4	5	5
19	77	1	5	5	3	5	5	4	0	5
20	77	1	5	5	3	5	5	5	5	5
21	100	1	5	5	5	5	5	5	5	5
22	100	1	5	5	4	4	5	5	5	5
23	90	1	4	5	4	4	4	5	4	4
24	100	1	5	5	3	5	5	5	5	5
25	100	1	5	5	3	5	5	5	5	5
26	100	1	5	5	4	4	5	5	5	5
27	100	1	5	5	3	5	5	5	5	5
28	100	1	5	5	5	5	5	5	5	5
29	100	1	5	5	3	5	5	5	5	5
30	85	1	4	5	5	5	5	5	5	5
31	90	1	5	5	3	5	5	5	5	5
32	90	1	4	5	4	5	5	5	5	5
33	86	1	5	5	5	5	5	5	5	5
34	86	1	5	5	3	5	5	5	5	5
35	100	1	5	5	3	5	5	5	5	5
36	90	1	5	5	5	5	5	5	5	5
37	95	1	5	5	3	4	5	5	5	4
38	100	1	5	5	5	5	5	5	5	5

Розділ 3. Розробка програмного продукту

3.1. Постановка задачі

Задача полягає в наступному, написати програму для побудови множинної регресії.

Задання факторних і експериментальних ознак (кількість рівнянь), відбувається динамічно, тобто задається користувачем під час роботи. Для початку подивимось на математичну модель розв'язуваного об'єкта. Всі операції в ньому доступні для вирішення на мові програмування C++, також є можливість застосувати до них об'єктно-орієнтований підхід.

Отже, математичний апарат даного досліджуваного об'єкта (в нашому випадку множинної регресійного інструменту) — це звичайний набір операцій із матрично-векторними засобами лінійної алгебри. Оскільки в мові C++ відсутні такі операції приступимо до їх написання в підрозділі 3.1.1.

3.2. Написання класу "матриця" та операцій для роботи з ними

Матриця — математичний об'єкт, записаний у вигляді прямокутної таблиці чисел (чи елементів кільця) і допускаючий операції (додавання, віднімання, множення та множення на скаляр). Зазвичай матриці представляються двовимірними (прямокутними) таблицями

матриця $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \\ 6 & 1 & 5 \end{bmatrix}$ є матрицею 4×3 . Елемент $A[2,3]$, або $a_{2,3}$ дорівнює 7.

Додавання

Якщо дано дві матриці m -на- n A і B , можемо означити їх суму $A + B$ як матрицю m -на- n , що утворюється додаванням відповідних елементів, себто,

$(A + B)[i, j] = A[i, j] + B[i, j]$. Наприклад,

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 5 \\ 7 & 5 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+0 & 3+0 & 2+5 \\ 1+7 & 0+5 & 0+0 \\ 1+2 & 2+1 & 2+1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 7 \\ 8 & 5 & 0 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

Множення на скаляр

Якщо дано матрицю A і число c , можемо означити множення на скаляр cA як $(cA)[i, j] = cA[i, j]$. Наприклад,

$$2 \begin{bmatrix} 1 & 8 & -3 \\ 4 & -2 & 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \times 1 & 2 \times 8 & 2 \times -3 \\ 2 \times 4 & 2 \times -2 & 2 \times 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 16 & -6 \\ 8 & -4 & 10 \end{bmatrix}$$

З цими двома операціями множина $M(m, n, R)$ усіх матриць m -на- n з дійсними елементами є дійсним векторним простором розмірності mn .

Множення матриць

Множення двох матриць має сенс лише тоді, коли число стовпчиків першої матриці дорівнює числу рядків другої матриці. Якщо A — матриця m -на- n (m рядків, n стовпчиків), а B — матриця n -на- p (n рядків, p стовпчиків),

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
їх добуток AB є матрицею m -на- p (m рядків, p стовпчиків),
що розраховується за формулою:
 $(AB)[i, j] = A[i, 1] * B[1, j] + A[i, 2] * B[2, j] + \dots + A[i, n] * B[n, j]$ для кожної пари i та j .

Наприклад,

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1 \times 3 + 0 \times 2 + 2 \times 1) & (1 \times 1 + 0 \times 1 + 2 \times 0) \\ (-1 \times 3 + 3 \times 2 + 1 \times 1) & (-1 \times 1 + 3 \times 1 + 1 \times 0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 & 1 \\ 4 & 2 \end{bmatrix}$$

Це множення має такі властивості:

$(AB)C = A(BC)$ для всіх матриць A розмірності k -на- m , B розмірності m -на- n і C розмірності n -на- p (асоціативність).
 $(A + B)C = AC + BC$ для всіх матриць A і B розмірності m -на- n і матриць C розмірності n -на- k (дистрибутивність).
 $C(A + B) = CA + CB$ для всіх матриць A і B розмірності m -на- n і матриць C розмірності k -на- m (дистрибутивність).

Зауваження: комутативність має місце не завжди: для добутку певних матриць A і B може бути $AB \neq BA$.

Матриці називають антикомутативними, якщо $AB = -BA$.
Такі матриці є дуже важливими в представленнях алгебр Лі та в представленнях алгебр Кліффорда.

Отже, з математичної точки зору що таке матриця і які операції над нею виконуються розібрались.

Програмно це буде виглядати так лістинг 3.1.

```
template <class T> class Matrix
{
private:
    T *ptr_adress_matrix;
```

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012

```
    unsigned __int32 number_of_rows;
    unsigned __int32 number_of_columns;

    void Destroy();
    void Init(unsigned __int32, unsigned __int32);
public:
    virtual ~Matrix();

    unsigned __int32 GetNumberOfRows() const;
    unsigned __int32 GetNumberOfColumns() const;
    unsigned GetNumberOfMatrixElements() const;

    const T& operator ()(unsigned int id_r, unsigned int id_c) const
    {
        return *(this->ptr_adress_matrix +
            (this->GetNumberOfColumns() *
                ((id_r <= 0u) ? 0u :
                    (id_r >= (this->GetNumberOfRows() - 1u)) ?
                        (this->GetNumberOfRows() - 1u) : id_r) +
                ((id_c <= 0u) ? 0u :
                    (id_c >= (this->GetNumberOfColumns() - 1u)) ?
                        (this->GetNumberOfColumns() - 1u) : id_c)));
    }

    T& operator ()(unsigned int id_r, unsigned int id_c)
```

```

{
    return *(this->ptr_adress_matrix +
    (this->GetNumberOfColumns() *
        ((id_r <= 0u) ? 0u :
            (id_r >= (this->
>GetNumberOfRows() - 1u)) ?
                (this->
>GetNumberOfRows() - 1u) : id_r) +
            ((id_c <= 0u) ? 0u :
                (id_c >= (this->
>GetNumberOfColumns() - 1u)) ?
                    (this->
>GetNumberOfColumns() - 1u) : id_c)));
}

void ReadFromFile(const __int8 *);
void WriteToFile(const __int8 *);

const Matrix<T> &operator =(const
Matrix<T> &);
const Matrix<T> &operator +=(const
Matrix<T> &);
const Matrix<T> &operator *=(const
Matrix<T> &);
const Matrix<T> &operator *=(const T
&);

Matrix(const Matrix<T> &);
Matrix(const __int8 *);
Matrix(unsigned __int32 = 1u, unsigned
__int32 = 1u);
};

```

В даному прикладі оголошується клас для роботи з матрицями, це своєрідний структурований тип даних, а об'єкт який буде оголошуватись після визначення типу можна назвати змінною.

```
Matrix<double> X1, X2;
```

Тут Matrix<double> це своєрідний структурований тип даних, X1, X2 — змінні вищезгаданого типу. З ними можна робити тільки ті операції котрі визначені

3.3. Опис та інтерфейс програми

У діалоговому вікні задається константа С, яка характеризує точність нормування генерованих похибок будуючої імітаційної моделі (в нашому випадку С=0,5) і рівень значимості, рівний 0,05 наведеному Рис.5. головного вікна програми «Множинний регресійний аналіз». Програма створена таким чином, що дає можливість порівняти результати обчислень по програмі з контрольними обчисленнями в MS EXCEL.

Задається число результативних Y_i та факторних показників X_{ij}.

Заповнюється таблиця результатами педагогічного експерименту.

Натиском кнопки «Обчислення» проводиться обчислення за розробленою автором програмою.

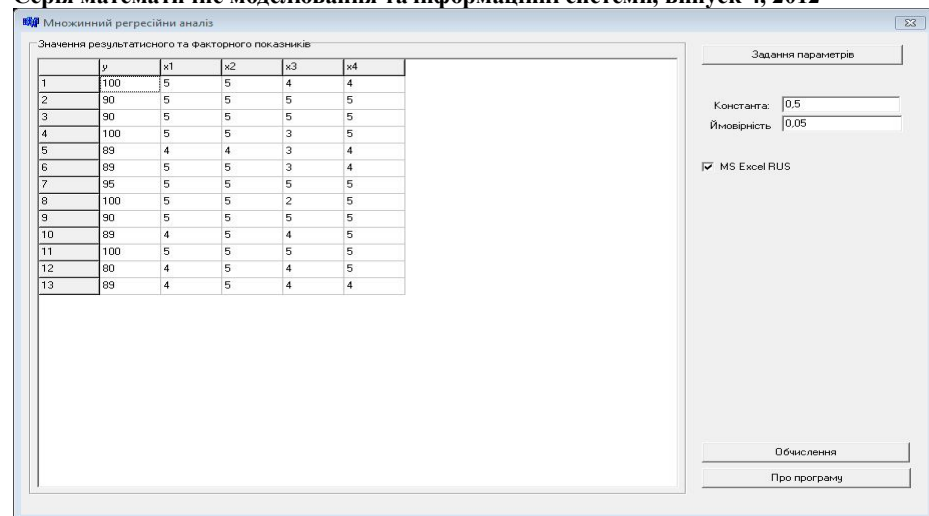


Рис. 1. Головне вікно програми "Множинний регресійний аналіз"

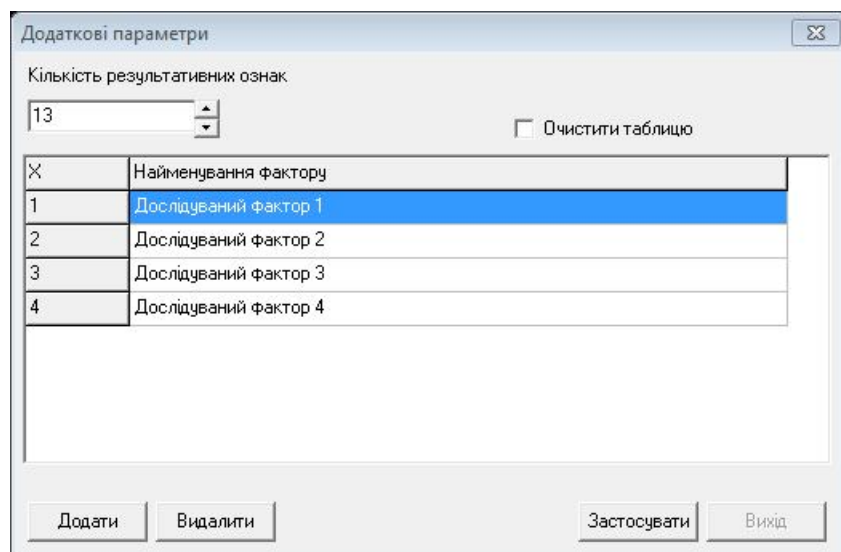


Рис. 2. Діалогове вікно "Додаткові параметри"

В програмі передбачається діалогове вікно «Додаткові параметри», що дає змогу змінювати кількість результативних ознак з метою проведення детальних досліджень, додаючи або видаляючи деякі ознаки. Результати фіксуються кнопкою «Застосувати». Приводяться найменування досліджуваних факторів. Передбачено виділення галочкою команди «Очистити таблицю».

В діалоговому вікні «Результати обчислень» приводиться коефіцієнт пропорційності K , необхідний при нормуванні істинних похибок для створення імітаційної моделі, яку в подальшому зрівноважують за способом найменших квадратів.

Даються повні характеристики нормування істинних похибок: середня квадратична похибка генерованих псевдо-випадкових чисел $m_{\Delta'}$, середня квадратична похибка істинних похибок m_{Δ} , яка повинна дорівнювати наперед заданій константі C , що і буде контролем обчислення істинних похибок.

Приводиться середня квадратична похибка одиниці ваги μ , яка знаходиться в результаті побудови математичної моделі.

Наводяться коефіцієнти істинної математичної моделі із результатів попереднього зрівноваження даних проведеного педагогічного експерименту (лівий стовпчик).

В правому стовпчику даються коефіцієнти зрівноваженої імітаційної моделі, яку отримали на основі введення в істинну модель істинних похибок з подальшим опрацюванням матеріалів за способом найменших квадратів.

Справа від таблиці коефіцієнтів зрівноваженої математичної моделі дається таблиця середніх квадратичних похибок зрівноваженої функції в ході

Вісник МЕНУ
Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
виконання процедури строгого зрівноваження за способом найменших квадратів.

В нижньому ряду зліва приводяться середні квадратичні похибки зрівноважених коефіцієнтів імітованої математичної моделі, а в правому стовпчику дається статистична значимість знайдених коефіцієнтів.

Крім цього, видаються допустимі значення F-критерія Фішера і критерія Стюдента.

Передбачена кнопка зведення результатів обчислень в окрему таблицю і кнопка побудови графіків.

Рис. 3. Діалогове вікно "Результати обчислень"

В діалоговому вікні «Звітність» приводяться результуючі ознаки - екзаменаційні оцінки, виставлені

Вісник МЕНУ
Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
викладачем за результатами екзамену Y , оцінки істинної моделі, виставлені комп'ютером $Y_{\text{іст.}}$, оцінки побудованої імітаційної моделі $Y_{\text{імітац.}}$, і оцінки зрівноваженої моделі Y' .

Звітність				
	Екзамен. оцінки	Істинна модель	Імітаційна модель	Зрівноважена
1	100	95,1191	94,6487	95,2539
2	90	93,3409	93,7958	93,6176
3	90	93,3409	93,5746	93,6176
4	100	96,7993	96,9726	96,5213
5	89	89	89,4147	89,4147
6	89	96,8483	96,6796	96,7117
7	95	93,3409	93,4539	93,6176
8	100	98,5285	97,8973	97,9731
9	90	93,3409	94,0573	93,6176
10	89	85,9837	84,8093	85,6137
11	100	93,3409	93,474	93,6176
12	80	85,9837	85,7748	85,6137
13	89	86,0326	86,4473	85,8041

Рис. 4. Діалогове вікно "Звітність"

В діалоговому вікні «Графіки» приведені експериментальні значення (оцінки, виставлені викладачем) і оцінки, виставлені комп'ютером на основі опрацювання анкет-відповідей студентів після здачі екзамену.

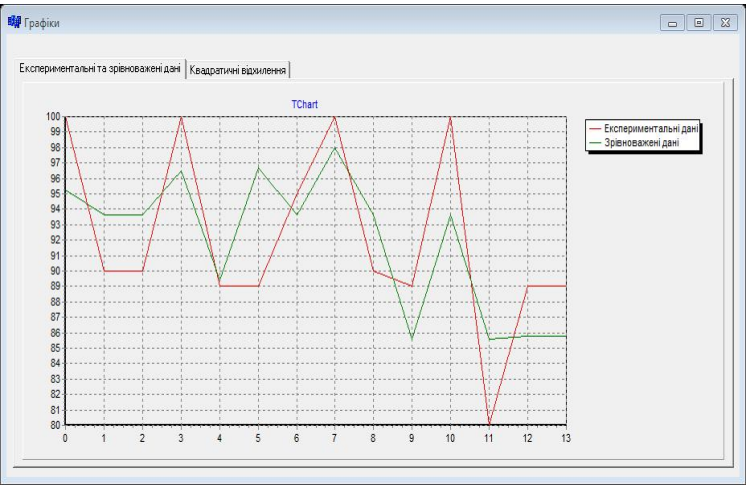


Рис. 5. Діалогове вікно "Графіки"

Висновки

Основні результати дослідження:

На основі проведених досліджень в даній роботі:

1. Генеровані випадкові числа, які приведено до нормованої досліджуваної точності.
2. На основі істинної моделі і генерованих істинних похибок побудована спотворена модель залежності екзаменаційних оцінок і факторних ознак результатів анкетування студентів, які отримали ту чи іншу оцінку.
3. Математична модель апроксимована по способу найменших квадратів поліномом першого степеня.

4. Отримана формула

$$Y_{\text{моделі}}' = 53.933095X_0 + 5.379875X_1 + 5.14170X_2 - 0.063645X_3 - 1.049493X_4 - 6.503593X_5 - 0.1142141X_6 + 2.433299X_7 + 2.890344X_8.$$

залежності екзаменаційних оцінок Y' і факторних ознак X_i .

5. Встановлено, що середня квадратична похибка одиниці ваги за результатами зрівноваження складає $\mu = 0,472133$ бала.

Середні квадратичні похибки виведених нами коефіцієнтів

2,895444	ma0
0,298263	ma1
0,542238	ma2
0,091649	ma3
0,177414	ma4

0,350532	ma5
0,138767	ma6
0,08396	ma7
0,368537	ma8

Статистична значимість встановлених нами коефіцієнтів

t=a/ma	
18,62688	
18,03737	Інтерес
9,482368	Роб.викл.
0,694451	Трудність
5,915502	Наук.пош.
18,55349	Зв'яз.спец
1,024309	Моногр.1
28,98166	Моногр.2
7,842755	Наук.школ

Наукова значимість дослідження:

6. Встановлені середні квадратичні похибки зрівноваженої функції m_{ϕ} .
7. Розроблена методика підготовки істинних похибок наперед заданої точності.
8. Дана робота відкриває дорогу для проведення досліджень методом статистичних випробувань Монте - Карло. Вона дає можливість охопити велику аудиторію, тому що генеруються похибки індивідуально і вони не повторюються в других моделях.
9. Результатом даної магістерської дисертації є розробка програмного продукту. Розроблена програма дає можливість виконати необхідні розрахунки, що виникають не тільки при побудові педагогіко-математичної моделі, а і взагалі при апроксимації

функції методом множинної регресії. Програма відповідає вимогам простоти, зручності і дружності стосовно користувача, проста в освоєнні і не потребує спеціального навчання.

Літературні джерела

1. Максименко С.Д., Носенко Е.Л. Експериментальна психологія (дидактичний тезаурус). Навчальний посібник –К.: МАУП, **2004, -128 с.**
2. Літнарівич Р.М. Теоретико-методологічні аспекти і базові принципи функціонування наукової школи в рамках професійної освіти. Монографія. МЕГУ, Рівне, - 383 с.
3. Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження істинної моделі якості засвоєння базової дисципліни. Апроксимація поліномом першого степеня.. МЕГУ, Рівне, 2009, –32с.
4. Літнарівич Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психолого-педагогічного експерименту експоненціальною функцією. Частина 4. МЕГУ, Рівне, 2006, –17с.
5. Літнарівич Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психолого-педагогічного експерименту степеневою функцією. Частина 5. МЕГУ, Рівне, 2006, - 17с.
6. Літнарівич Р.М. Дослідження точності апроксимації результатів психолого-педагогічного експерименту методом статистичних випробувань Монте Карло. Ч.1. МЕГУ, Рівне, 2006, -45с.
7. Ермаков С. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. Вводный курс // Невский Диалект, Бином. Лаборатория знаний, 2009 .- 192 с.
8. Соболев И.М. Метод Монте-Карло// Наука, 1978,- 64с.

9. Михайлов Г.А. Оптимизация весовых методов Монте-Карло // Наука, 1987. – 240с.
10. Сабельфельд К. К. Отв. ред. Г. А. Михайлов Методы Монте-Карло в краевых задачах //Новосибирск Наука Сиб. 1989.- 280 с.
11. Биндер К., Хеерман Д.В. Моделирование методом Монте-Карло в статистической физике: Введение // Наука. Физматлит, - 1995. – 144 с.
12. Б. Л. Грановский, С. М. Ермаков, Метод Монте-Карло // Итоги науки и техн. Сер. Теор. вероятн. Мат. стат. Теор. кибернет., - 1976, 59–108 с.
13. В.Ф.Ситник. Н.С.Орленко. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц.-К.:КНЕУ, 1999.-208с.
14. П.Е.Данко. А.Г.Попов. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.2. Изд.2-е. Учеб. пособие для вузов. М., Высшая школа», 1974.-464с.
15. В.А.Кудрявцев. Б.П.Демидович. Краткий курс высшей математики: Учебное пособие для вузов.-7-е изд., испр.- М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1989.-656с.
16. Р.М.Літнарівич. Основи наукових досліджень. Частина 1. Курс лекцій. МЕГУ, 2008.-75с.
17. Р.М.Літнарівич. Алгебра матриць. Курс лекцій. МЕГУ, Рівне, 2007.-109 с.
18. Р.М.Літнарівич. Конструювання і дослідження математичних моделей. Множинний аналіз. Частина 1. МЕГУ, Рівне, 2009.-127 с.
19. Р.М.Літнарівич. Конструювання і дослідження математичних моделей. Поліноміальна апроксимація. Частина 2. МЕГУ, Рівне, 2009.-36 с.
20. Р.М.Літнарівич Р.М. Конструювання і дослідження математичних моделей. Онтодидактика поліноміальної апроксимації. Частина 3. МЕГУ, Рівне, 2009.-32 с.

21. С.В. Глушаков, А.Л. Клевцов. Програмування в середовищі Delphi 7.0. –Харків: Фоліо, 2003.- 528с.
22. В.Є. Гофман, А.Д. Хомоненко. Delphi 6.-2001.-1152с.

ДЖЕРЕЛА МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

24. <http://www.piter-press.ru>
25. <http://www.riskglossary.com.monte-karlo>
26. <http://www.devoid.com.ua/>
27. <http://www.programmersclub.ru>
28. Костючок С.В. Побудова моделі вивчення базової дисципліни в середовищі С++ і її використання в курсі «Педагогіка вищої школи». Автореферат магістерської дисертації на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 24 с.
<http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1652>
29. Костючок С.В Побудова моделі вивчення базової дисципліни в середовищі С++ і її використання в курсі «Педагогіка вищої школи». Дисертація магістра інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 96 с.
<http://enpuir.npu.edu.ua:8080/handle/123456789/715>
30. Костючок С.В Побудова моделі вивчення базової дисципліни в середовищі С++ і її використання в курсі "Педагогіка вищої школи" Монографія. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 126 с.
<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/25584>

**Побудова і дослідження математичної моделі
залежності впливу ситуативної тривожності на
характеристики пам'яті методом імітаційного
моделювання**

За однією з класифікаційних ознак математичні моделі можна класифікувати як аналітичні, імітаційні (алгоритмічні) та комбіновані.

З розвитком обчислювальної техніки і дискретного аналізу дедалі ширшого розвитку та використання набувають алгоритмічні (імітаційні) моделі. Серед основних етапів процесу імітаційного моделювання можна виокремити такі:

- аналіз характеристик і закономірностей функціонування керованого (досліджуваного) об'єкта: виокремлення на змістовному (вербальному, концептуальному) рівні системи обмежень (ресурсних, фізичних, правових, соціальних тощо), визначення показників вимірювання та оцінки результатів, формулювання цілей, гіпотез та проблем розвитку;
- конструювання імітаційної моделі: перехід від реального об'єкта до логічних схем, які імітують його поведінку, та алгоритмів (моделей), формальна постановка задач, що розв'язуються за допомогою імітаційного моделювання;
- підготовка системи даних для моделі: формування інформаційного забезпечення, необхідного для функціонування імітаційної

моделі, зокрема, визначення структури та способів подання даних, джерел їх отримання, форм і режимів зберігання, встановлення взаємозв'язків і взаємозалежності між різними масивами та базами даних;

- програмна реалізація імітаційної моделі: створення чи адекватне використання існуючих програмних продуктів, що забезпечують можливість безпосередньої практичної реалізації моделі на персональних комп'ютерах;
- оцінка адекватності моделі: порівняння результатів, накопичених у процесі дослідної експлуатації моделі, на підставі інформації, отриманої про реальний об'єкт, який імітується, виявлення та аналіз розбіжностей і в разі необхідності внесення корекцій до моделі;
- проведення імітаційних експериментів. Очевидно, що даний етап є цільовим (власне кажучи, заради нього й будується імітаційна модель). Він включає в себе стратегічне та тактичне планування експериментів, власне експериментування («імітаційні експерименти»), котре завершується інтерпретацією отриманих результатів і прийняттям на підставі зроблених висновків рішень щодо оцінювання та управління об'єктом (підприємством, банком, фінансовою фірмою, торговельною організацією, холдингом тощо).

Стратегічне планування імітаційного експерименту спрямоване на розв'язання низки питань якісного характеру. До таких, наприклад, можна віднести

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
формулювання гіпотез щодо характеру залежностей між параметрами моделі чи вибір конкретних методів дослідження з урахуванням їх взаємовпливу.

Тактичне планування експерименту повинно прояснити питання стосовно визначення способів та умов його проведення. Типовими задачами тактичного планування є вибір початкових значень для параметрів моделі чи визначення послідовності варіації цих значень.

Одним із важливих аспектів у процесі роботи (дослідження) з імітаційною моделлю є аналіз її чутливості. Під ним розуміють визначення ступеня мінливості значень цільових показників моделі, зумовлених мінливістю (невизначеністю, варіабельністю) вихідних параметрів. Так, якщо за відносно невеликих змін вихідних даних відбувається суттєва зміна в результатах моделювання, то це є достатньою підставою для додаткових, більш детальних досліджень, зокрема, щодо взаємозв'язків між відповідними змінними.

До позитивних якостей імітаційного моделювання можна віднести:

- надання дослідникові (системному аналітику) можливості спостереження як кінцевого результату стосовно до показників аналізованого об'єкта, так і процесу його функціонування, що дає змогу одержати шуканий результат;
- широкі можливості щодо масштабування в процесі функціонування модельованого об'єкта;
- забезпечення багатоваріантності досліджень;
- багатофункціональність імітаційних моделей, що відображається в можливостях гнучкого вибору та наступних модифікаціях системи

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
цілей і критеріїв, які бажано розглянути під час проведення імітаційних експериментів;

Звернімо увагу також на недоліки, що притаманні імітаційним моделям:

- оскільки імітаційні моделі за своєю природою є лише засобом для проведення деякого числового експерименту, то результати, отримані за їх допомогою, являють собою не що інше, як поодинокі випадки (можливі варіанти) розвитку модельованого об'єкта. Отже, всі висновки та твердження, зроблені на їх підставі, мають евристичний характер і в певних випадках можуть суттєво викривляти дійсний стан речей;
- у багатьох випадках отримання оцінок стосовно до ступеня наближення (чи невідповідності) між імітаційною моделлю (результатами імітаційного моделювання) і функціонуванням реального об'єкта виявляються проблематичними;
- здебільшого в основу процесу імітації покладено деякий статистичний експеримент, у ході якого використовуються генератори псевдовипадкових величин. Похибки, що об'єктивно притаманні таким генераторам, можуть істотно викривляти результати, отримані в ході імітаційного моделювання.

Варто також звернути увагу на пізнавальний зворотний вплив, що його дають результати, одержані в межах імітаційних експериментів, на отримання інформації, яку використовують теоретичні (аналітичні) економіко-математичні моделі. Справді, аналіз та узагальнення накопичених у процесі імітаційних експериментів даних досить часто дозволяє краще

зрозуміти якісні та кількісні закономірності, притаманні поведінці керованих об'єктів, і відобразити їх в аналітичному вигляді. Це додатково вказує на справедливості того, що успішне розв'язання задач моделювання та управління функціонуванням таких складних слабоформалізованих систем, як економічні об'єкти і процеси, потребує комплексного використання цілісної системи моделей і методів як теоретико-аналітичної, так і емпіричної (імітаційної) природи. Нагадаймо, що імітаційні моделі широко використовують аналітичні моделі як органічні складові, котрі є основою, на якій ґрунтуються концептуальні співвідношення, характеристики в структурі будь-якої більш-менш складної імітаційної моделі.

Імітаційні (алгоритмічні) моделі можуть бути детермінованими і стохастичними. В останньому випадку за допомогою датчиків (генераторів) випадкових чисел імітується вплив (дія) невизначених і випадкових чинників. Такий метод імітаційного моделювання дістав назву методу статистичного моделювання (статистичних прогонів, чи методу Монте-Карло). На даний час цей метод вважають одним із найефективніших методів дослідження складних систем, а часто і єдиним практично доступним методом отримання нової інформації щодо поведінки гіпотетичної системи (на етапі її проектування).

Послідовність створення математичних імітаційних моделей

У процесі створення та машинної реалізації математичних імітаційних моделей здійснюють такі (узгаальнені) етапи:

- побудова концептуальної моделі;
- машинні експерименти з моделлю системи.

Побудова концептуальної моделі

Побудова концептуальної моделі складається з таких кроків:

- постановка задачі моделювання;
- визначення вимог щодо первісної інформації та способів її отримання;
- формування гіпотез і припущень;
- визначення параметрів та змінних моделі;
- обґрунтування вибору показників і критеріїв ефективності системи;
- складання змістовного опису моделі.

У здійсненні постановки задачі моделювання економічних об'єктів і процесів використовується чітке формулювання цілей і задач дослідження реальної системи, обґрунтовується необхідність імітаційного (комп'ютерного) моделювання, обирається методика розв'язування задачі з урахуванням наявних ресурсів, визначаються необхідність і можливість декомпозиції задачі на окремі взаємопов'язані підзадачі тощо.

При зборі необхідної вихідної інформації треба звертати увагу на те, що, власне, від якості вихідної інформації про об'єкт дослідження і моделювання залежить як адекватність моделі, так і достовірність результатів моделювання.

Гіпотези при побудові моделі системи слугують для заповнення «прогалів» щодо розуміння та формалізації задачі. Припущення дають можливість провести необхідні спрощення моделі на підставі раціональних гіпотез. У процесі роботи з моделлю системи, як правило, можливим є багаторазове повернення до цього етапу залежно від отриманих результатів моделювання і нової інформації (розуміння) про об'єкт.

Під час визначення параметрів і змінних складається перелік вихідних і керуючих змінних, а також зовнішніх

Обрані показники і критерії ефективності системи повинні відображати мету(цілі) функціонування системи і являти собою функції змінних і параметрів системи.

Розроблення концептуальної моделі завершується складанням змістовного опису, котрий використовується як основний документ, що характеризує результати опрацювання концептуальної постановки задачі (розуміння її всіма суб'єктами, зацікавленими у результатах дослідження).

Висновки

Основні результати дослідження:

На основі досліджень в даній роботі:

1. Генеровані випадкові числа, які приведено до нормованої досліджуваної точності.
2. На основі істинної моделі і генерованих істинних похибок побудована спотворена модель впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті.
3. Математична модель апроксимована по способу найменших квадратів кубічним поліномом.
4. Розроблена методика підготовки істинних похибок наперед заданої точності.
5. Дана робота відкриває дорогу для проведення досліджень методом імітаційного моделювання статистичних випробувань Монте Карло.
6. Вона дає можливість охопити велику аудиторію, тому що генеруються похибки індивідуально і вони не повторюються в других моделях.
7. Робота виконується вперше. Мені не відомі літературні джерела, де б виконувались аналогічні дослідження в психології.

Літературні джерела

1. Максименко С.Д., Е.Л. Носенко. Експериментальна психологія (дидактичний тезаурус). Навчальний посібник. - К: МАУП, 2004, -128 с.
2. Валецький О.О., Джунь Й.В. Методи створення послідовностей рівномірно розподілених випадкових чисел та їх застосування.//Збірник наукових праць викладачів та студентів факультету кібернетики МЕГУ. Рівне: Тетіс, 2008, с. 66-69.
3. Джунь Й.В., Валецький О.О. Про одну невідому особливість числа π .//Збірник наукових праць викладачів та студентів факультету кібернетики МЕГУ.Рівне: Тетіс, 2008, -с.59-65.
4. Джунь Й.В., Валецький О.О. Про нову, невідому властивість числа π .//Тези доповіді на X Міжнародній конференції «Економічні та гуманітарні проблеми розвитку суспільства у III тисячолітті». Рівне 3-5.10.2007 р.
5. Літнарів Р.М. Дослідження точності апроксимації результатів психолого-педагогічного експерименту методом статистичних випробувань Монте Карло. Частина 1. Побудова істинної моделі. МЕГУ, Рівне, 2006.-45 с.
6. Літнарів Р.М.Конструювання і дослідження математичних моделей. Множинний аналіз. Частина 1.МЕГУ, Рівне, 2009.-127 с.
7. Літнарів Р.М. Основи математики. Дослідження впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті. Навчальний посібник для студентів педагогічного факультету. Частина 2. МЕГУ, Рівне,2006, - 27 с.

8. Літнарів Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психологічного експерименту логарифмічною функцією. Частина 3. МЕНУ, Рівне, 2006, - 19 с.
9. Літнарів Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психолого-педагогічного експерименту експоненціальною функцією. Частина 4. МЕНУ, Рівне, 2006, -17 с.
10. Літнарів Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психолого-педагогічного експерименту степенною функцією. Частина 5. МЕНУ, Рівне, 2006, -17 с.
11. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самоств. вивч. дисц. — К.: КНЕУ, 1999. — 208 с.
12. Шейко В.М., Кушнарєно Н.М. Організація та методика науково – дослідницької діяльності. – К.: Знання-Прес, 2003. – 295 с.
13. Добров Г.М. Наука о науке. - К.: Наукова думка, 1998.- 304 с.
14. Основы научных исследований: Учебное пособие для технических вузов /Под ред. В.И.Крутова, В.В.Попова.- М.: Высшая школа, 1989.- 400 с.
15. Цимбалюк В.І., Джунь А.Й., Джунь Й.В. Сучасні аспекти проблеми обґрунтування фундаментальних принципів математичного моделювання, критеріальних процедур і метод діагностики математичних моделей в правовій інформатиці.-К.: НДЦПІ АПРН України, 2007.-42с.
16. Юзбашев М.М. Методы изучения динамики распределений и зависимостей. Статистика, Москва, 1974.-188 с.

УДК 004.42

Онищук С.В., Літнарівич Р.М.

Розробка веб-сайту для підтримки роздрібних торговельних підприємств (на прикладі приватного підприємця С.Онищука)

Робота виконана на кафедрі математичного моделювання
Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені
академіка Степана Дем'янчука

Рецензенти: В.Г.Бурачек, доктор технічних наук, професор

В.О.Боровий, доктор технічних наук, професор

.....С.С.Парняков, доктор технічних наук, професор

Відповідальний за випуск: Й.В.Джунь, доктор фіз.-мат. наук, професор

Розроблено програмне рішення для підтримки
роздрібних торговельних підприємств. Вибір предметної сфери
зумовлений актуальністю веб-технологій, сферою їх застосування
та стрімким розвитком Інтернет представництв оффлайн бізнесу.

Ключові слова: веб-сайт, модель системи, структура, інтерфейс.

Разработано программное решение для поддержки розничных торговых
предприятий. Выбор предметной сферы предопределен актуальностью веб-
технологий, областью их применения и стремительным развитием Интернет
представительств оффлайн бизнеса.

Ключевые слова: веб-сайт, модель системы, структура, интерфейс.

A programmatic decision is worked out for support of retail trade
enterprises. The choice of subject sphere is predefined by actuality of web-
technologies, their application domain and swift development the Internet of
representative offices of offline business.

Keywords: web site, model of the system, structure, interface..

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми магістерської дисертації. На сьогоднішній час, тема дисертації є досить актуальною в Україні. Стрімкий ріст користувачів Інтернету та перехід комерції в онлайн-торгівлю є головною причиною популярності та доцільності створення веб-сайтів по представленню послуг та продажу товарів в мережі. Сфера застосування проектів цієї теми є досить широкою. Досить швидко та не виходячи із своєї домівки можна знайти необхідний товар і придбати його дешевше ніж в простому магазині, адже в цьому випадку в ціну товару не закладена оренда торговельного приміщення. Наразі, ця ніша в сфері послуг ще не є достатньо заповненою та розвинутою з точки зору якості, безпеки та зручності користування, а тому потребує вдосконалення, розвитку та іноваційних рішень.

Мета роботи. Метою дисертаційної роботи є комплексний аналіз існуючих програмних систем, підходів, технічних засобів та розробка практичної методики для створення веб-сайтів по підтримці роздрібних торговельних підприємств.

Необхідно:

- проаналізувати основні програмні підходи по створенню веб-сайтів;
- проаналізувати сучасні технічні засоби по розміщенню веб-сайту в мережі;
- підібрати оптимальне середовище для надійного збереження даних;
- врахувати оптимізацію щодо швидкості та надійності роботи веб-сайту;
- захистити конфіденційні данні від несанкціонованого втручання, редагування чи копіювання;
- розробити архітектуру системи та структуру бази даних придатну для розширення та модифікації в майбутньому;
- створити зручний графічний інтерфейс користувача.

Об'єкт дослідження. Програмне рішення для підтримки роздрібних торговельних підприємств

Методологічною основою написання дисертації є аналітичний огляд літературних джерел, дослідження основних засобів реалізації даної системи, що існують на сьогодні в області веб-дизайні. Аналіз відомих структур та функціональних можливостей таких систем, перспектив їх розвитку.

Наукова новизна. В процесі виконання магістерської дисертації розроблено програмне рішення для підтримки роздрібних торговельних підприємств. Вибір предметної сфери зумовлений актуальністю веб-технологій, сферою їх застосування та стрімким розвитком Інтернет представництв оффлайн бізнесу.

Практична значимість і реалізація роботи полягає в розробці програмного продукту, який є перевірений, протестований та впроваджений у виробництво. Розроблена високорівнева модель алгоритму відповідає усім вимогам, які були поставлені до даного програмного забезпечення. Перевагою системи є забезпечення можливості її роботи на будь-якому ПК

Апробація роботи. Окремі розділи дисертації були докладені і отримали одобрення на наукових конференціях студентів і аспірантів у 2010 і 2011 роках, а також на науковому семінарі кафедри математичного моделювання.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в монографії автора : Онищук С.В. Розробка веб-сайту для підтримки роздрібних торговельних підприємств (на прикладі приватного підприємця С.Онищука). Науковий керівник Р.М.Літнарівич. МЕНУ, Рівне, 2011.- 92 с.

<http://enpuir.npu.edu.ua:8080/123456789/570>

Основні положення дисертації, що виносяться на захист:

- ◆ аналітичний огляд літературних джерел, дослідження основних засобів реалізації систем, що існують на сьогодні в області веб-дизайну;
- ◆ аналіз відомих структур та функціональних можливостей таких систем і перспектив їх розвитку;
- ◆ розгляд проблематики можливих порушень в роботі систем та прийняття відповідних заходів по забезпеченню вирішення цих питань;
- ◆ розробка програмного рішення для підтримки роздрібних торговельних підприємств;
- ◆ розробка зручного графічного інтерфейсу системи, який забезпечує комфортну роботу з веб-сайтом як для пересічних відвідувачів, потенційних чи існуючих партнерів, так і для адміністратора сайту;
- ◆ розробка підсистеми автоматичної генерації паролів, яка забезпечує щоденну зміну паролів, окремо для кожного захищеного розділу документації;
- ◆ опис технологічної бази розробки і тестування алгоритму;
- ◆ середовище розробки.

Структура і об'єм роботи:

Магістерська дисертація складається із вступу, п'яти розділів, розбитих на підрозділи, висновків і списку використаних джерел та додатків. Обсяг дисертації 92 сторінки. Список використаної літератури із 31 найменувань.

ВСТУП ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, дається короткий огляд результатів, що мають безпосереднє відношення до теми роботи, та загальна характеристика магістерської дисертації.

Дисертація складається з п'яти розділів. В першому розділі описується поняття веб-сайтів і їх класифікація, приводиться обґрунтування потреби у веб-сайті, розглядається проектування веб-сайту, програмні засоби, електронна комерція.

Другий розділ дає характеристики об'єкту проектування, його опис, актуальність проекту, відвідування веб- сайту та SEO оптимізація.

Третій розділ включає системний аналіз, завдання проектного рішення, дерево проблем, обмеження доступу до захищених розділів сайту, алгоритм генерації пароля, інформаційне наповнення сайту.

Четвертий розділ приводить опис програми, постановку задачі, модель системи, структуру системи, опис алгоритму, блок-схему алгоритму, опис тестової програми, опис інтерфейсу програми, результати роботи програми, організацію бази даних, реалізацію робіт із базою даних.

П'ятий розділ описує економічну частину проектного рішення.

4. ОПИС ПРОГРАМИ

4.1 Постановка задачі

За умовою теми дисертації, приклад програмної реалізації повинен наглядно продемонструвати підтримку роздрібних торговельних підприємств веб-сайтом. Для контрольного прикладу було вирішено обрати розроблений нами веб-сайт, концепція якого, заключається у публікації важливої інформації про підприємство в мережі Інтернет, а також доступ потенційних покупців до прайс-листів, а партнерів до важливих документів, звітів, контрактів, тощо. На основі цього проекту ми можемо дізнатись про те, які переваги надає веб-сайт для підприємця.

Одним із важливих компонентів сайту є можливість завантажувати необхідні документи в back-end частині, тим самим пропонуючи ці документи для скачування партнерами із захищених

розділів front-end частини. Функціональність цього компоненту можна розділити на 6 умовних частин:

1. Створення адміністратором каталогу документів захищеного паролем

В захищений back-end частині сайту адміністратор має можливість створювати каталоги для розміщення в них документів. Створивши каталог, система автоматично відображає пароль, який необхідний для завантаження документів з цього каталогу. Пароль автоматично змінюється кожного дня і попередньо згенерований пароль не може бути застосованим в інші дні.

2. Додавання адміністратором документу в каталог

В іншому back-end розділі сайту знаходиться список усіх завантажених документів з прив'язкою до каталогу. Тут адміністратор має можливість завантажити новий документ в один із створених каталогів. Після того, як каталог доданий в систему, адміністратор повідомляє про це партнера і передає йому пароль, який повинен бути використаний для доступу до скачування документу.

3. Перегляд каталогу документів партнером

Користувач має змогу поверхнево ознайомитись з переліком документів, їх назвами та коротким описом. Ця інформація є публічною і доступною для пересічного відвідувача веб-сайту. Кожен документ має посилання «Завантажити», яке використовується для переходу на процес завантаження.

4. Вибір документа та перехід на процес завантаження

Коли користувач знайшов необхідний йому документ і натиснув посилання «Завантажити», він переходить на сторінку з формою входу в захищений розділ. Форма містить два поля: логін та пароль, де поле логін завжди повинно мати значення «download», а поле пароль, надане адміністратором значення пароля, яке змінюється щоденно.

5. Процес авторизації партнера в захищений розділ

Коли користувач в формі входу вводить логін (download) та пароль, розпочинається процес ідентифікації користувача, під час,

якого збіраються логін та пароль із значеннями, які існують в системі. Якщо ці данні співпадають, то система зберігає в сесії інформацію про вдалу ідентифікацію користувача. Якщо користувач був зареєстрований раніше і намагається увійти в захищений розділ знову, йому не потрібно повторно вводити логін/пароль, оскільки він вже помічений як зареєстрований.

6. Завантаження документа

Коли користувач допущений до захищеного розділу, він переходить на сторінку завантаження документа, де знаходиться коротка інформація про документ, а також, пряме посилання на файл документа. Скориставшись цим посиланням, можна скачати документ.

4.2 Модель системи

Зображена на рис. 4.2 модель системи наглядно показує, яким чином відбувається взаємодія основних складових системи від програмних та апаратних засобів до кінцевих користувачів та адміністратора сайту.

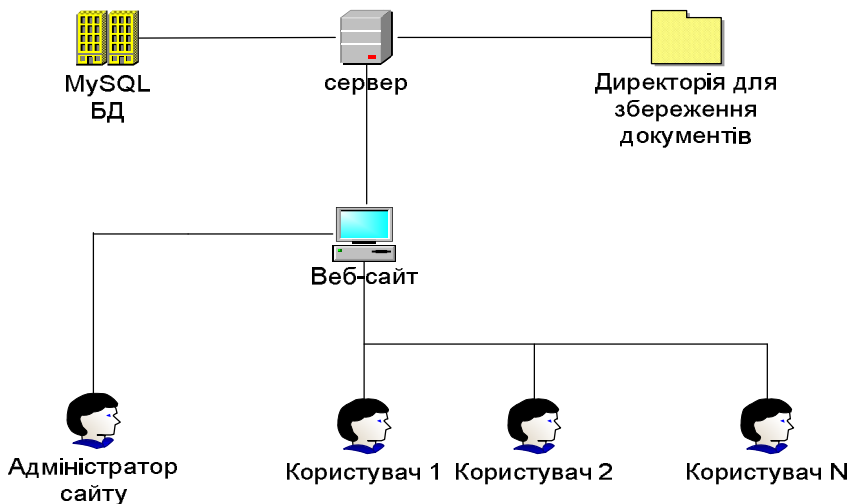


Рис.4.2. Модель системи

4.3 Структура системи

Структура системи, яка відповідає за функціонування веб-сайту в Інтернеті, тобто перегляд користувачами, та доступ до захищених розділів партнерами зображений на рис. 4.3. Для функціонування системи необхідні такі частини як база даних, базові класи, константи, модулі (перегляд контенту сторінок, завантаження документів, форум, пошук по сайту, тощо) та темплейти (забезпечують графічний інтерфейс системи).

4.4 Опис алгоритму

Описаний алгоритм реалізовує процес завантаження/скачування документів партнерами в захищеному розділі веб-сайту.

Алгоритм складається з наступних кроків:

Створення адміністратором каталогу документів захищеного паролем

Крок 1. Відкриття адміністратором сторінки захищеного розділу в back-end частині веб-сайту.

Крок 2. Система перевіряє чи адміністратор авторизований. Тобто сесія повинна містити відповідні данні про авторизацію адміністратора. Якщо адміністратор авторизований, виконується Крок 5, якщо ні Крок 3.

Крок 3. Перехід на форму входу в захищений розділ, де адміністратор вводить логін/пароль.

Крок 4. Система звіряє введені логін/пароль з логіном/паролем, які знаходяться в системі і якщо вони співпадають виконується Крок 5, якщо ні адміністратор отримує відповідне повідомлення і процес припиняється.

Крок 5. Адміністратор переходить у розділ перегляду списку каталогів.

Крок 6. Адміністратор переходить на форму створення нового каталогу і заповнює усі обов'язкові поля.

Крок 7. Під час створення нового каталогу, система перевіряє унікальність назви каталогу. Система не може містити два каталоги з однаковою назвою. Якщо, під час перевірки було знайдено вже існуючий каталог з вказаною назвою адміністратор

повертається до Кроку 6, щоб змінити назву. Якщо співпадіння не було знайдене виконується Крок 8.

Крок 8. Адміністратор переходить на список каталогів, де він може побачити новостворений каталог, а також згенерований пароль, який необхідний для скачування документів з цього каталогу.

Блок-схема алгоритму наведена на рис.4.4.

Додавання адміністратором документу в каталог

Крок 9. Адміністратор переходить до розділу сайту де знаходиться список усіх завантажених документів з прив'язкою до каталогу.

Крок 10. Адміністратор переходить на форму створення нового документу і заповнює усі обов'язкові поля додавши документ з свого локального комп'ютера чи мережі.

Крок 11. Під час створення нового документу, система перевіряє тип завантаженого файлу. З ціллю підвищення безпеки дозволяється завантажувати лише текстові документи, адже такі файли як .exe, .bat, .sh, тощо можуть бути використані з негативними наслідками для працездатності веб-сайту. Якщо файл дозволеного типу, виконується Крок 12, якщо ні, система відображає відповідне повідомлення і процес припиняється.

Крок 12. Фізично файл зберігається в спеціальній директорії на сервері, а в БД прописується шлях до цього файлу.

Крок 13. Адміністратор переходить на список документів, де він може побачити новостворений документ.

Блок-схема алгоритму наведена на рис.4.5.

Перегляд каталогу документів партнером

Крок 14. Партнер отримує від адміністратора інформацію про створення документу, а також пароль для розділу в якому він знаходиться.

Крок 15. Партнер переглядає вміст каталогів та завантажені в систему документи.

Блок-схема алгоритму наведена на рис.4.6.

Вибір документа та перехід на процес завантаження

Крок 16. Знайшовши необхідний документ, партнер переходить на його завантаження, натиснувши на посилання «Завантажити»

Крок 17. Система перевіряє чи партнер є авторизованим в захищеному розділі і якщо ні, то перенаправляє на сторінку із формою входу, якщо так, виконується Крок 21.

Крок 18. Партнер вводить пароль розділу і намагається увійти в захищений каталог для того, щоб завантажити документ.

Блок-схема алгоритму наведена на рис.4.7.

Процес авторизації партнера в захищений розділ

Крок 19. Система звіряє введені партнером логін/пароль з логіном/паролем, які знаходяться в системі і якщо вони співпадають, то виконується Крок 20, якщо ні, то виводиться відповідне повідомлення і процес зупиняється.

Крок 20. Система вписує в сесію данні про те, що партнер авторизований в захищений розділ.

Блок-схема алгоритму наведена на рис.4.8.

Завантаження документу

Крок 21. Партнеру відображається сторінка, на якій знаходиться коротка інформація про документ. Також, ця сторінка містить пряме посилання на файл документу.

Крок 22. Скориставшись цим посиланням браузер відображає вікно з пропозицією відкрити, або зберегти документ.

Крок 23. Вибравши одну з запропонованих дій, партнер отримує документ.

Блок-схема алгоритму наведена на рис.4.9.

4.6 Опис тестової програми

Програма написана на мові PHP. В якості СУБД було обрано MySQL. Програмний продукт працює на сервері Apache.

Проект можна розділити на дві логічні частини. Скрипти, які відповідають за логіку захисту конфіденційних даних (на цьому я акцентуватиму більшу увагу) та скрипти, які забезпечують графічний інтерфейс для роботи користувачів із сайтом.

Для роботи веб-сайту використовується набір базових класів. Розглянемо кожен із них:

TBasic.class.php – базовий клас, який містить додаткові функції для роботи системи.

TDataBase.class.php – клас, який забезпечує роботу проекту з СУБД MySQL. Містить функції підключення до БД, вибірки з БД, виконання sql запитів.

TTemplates.class.php – робота з темплейтами проекту.

TUsers.class.php – робота з користувачами, авторизацію, багаторівневим доступом до адміністративної панелі керування проектом.

TInit.class.php – клас, який відповідає на ініціалізацію початкових даних та сесії.

4.7 Опис інтерфейсу програми

Розроблений інтерфейс веб-сайту націлений на зручність користування відвідувачами. На сайті витриманий строгий, чіткий та зрозумілий стиль дизайну із використанням легких для сприйняття кольорів. Вигляд сайту відіграє велику роль на привернення уваги відвідувачів. Їх перше враження про підприємство складається саме на основі вигляду сайту.

Форум, який знаходиться на веб-сайті є дуже корисним як для відвідувачів сайту, так і для самого підприємства. Для прикладу, відвідувачі мають реальну можливість обговорити питання, які їх цікавлять безпосередньо на сайті, на якому планують купувати комплектуючі. Тобто, користувачі можуть задавати питання у подібних клієнтів, які вже мають досвід купівель в цього підприємства. Окрім цього в форумі може брати участь адміністратор сайту і якимось впливати на рішення потенційних клієнтів. З іншого боку, форум це чудовий спосіб зробити свій веб-сайт більш значущим в мережі і підвищити відвідуваність потенційними клієнтами. Адже не потрібно витрачати час на створення унікального, корисного контенту. Цей контент

створений відвідувачами, він буде проіндексований пошуковими системами і збільшуватиме кількість переходів з пошуковиків.

4.9 Організація бази даних

Структура бази даних представляє собою реляційну БД, яка складається з таблиць і зв'язків між ними. (рис.4.21)

Кожна таблиця відповідає за збереження певного виду даних :

- t_config – таблиця для збереження різноманітних налаштувань системи;
- t_contacts – контактні дані підприємства;
- t_docs – інформація про завантажені документи, які можна скачати з захищеного розділу;
- t_docs_categ – перелік створених каталогів для документів;
- t_forum – таблиця, яка містить відповіді на теми форуму;
- t_forum_subjects – теми форуму;
- t_hardware – перелік комп'ютерних комплектуючих;
- t_hardware_categ – категорії для комп'ютерних комплектуючих;
- t_profile – інформаційні розділи, які відображаються на головній сторінці веб-сайту;
- t_users – користувачі адміністраторської частини системи;
- t_wife – інформаційні розділи, які відображаються в розділі «Наша Команда».

Створення відповідних зв'язків дає змогу організувати основні складові БД системи. Структура БД є простою і універсальною. Під час її проектування не було використано спеціальних можливостей СУБД MySQL. Це дасть змогу в майбутньому легко налаштувати систему для використання з іншою СУБД.

4.10 Реалізація роботи з базою даних

Сервер постійно працює з БД. Щоб організувати ефективну й надійну роботу сервера з БД був використаний клас TDataBase. Цей клас дає змогу працювати з набором функцій, які реалізують під'єднання до БД, виконання sql запитів та повернення результатів

отриманих при виконанні запитів. Мета зібрання усіх функцій для роботи з БД в одному класі полягає в наступному: коли уся система взаємодіє з базою даних через один клас, то для того, щоб перевести систему з MySQL на PostgreSQL необхідно лише замінити кілька функцій класу TDataBase. В нашому випадку, для повноцінної роботи з БД використовуються такі функції:

- `openConnect()` – виконує з'єднання з базою даних;
- `execQuery()` – виконує заданий sql запит;
- `getRowNums()` – повертає число отриманих рядків;
- `getFeachArray()` – повертає результат виконання sql запиту у вигляді масиву;
- `loadObjects()`– повертає результат виконання sql запиту у вигляді об'єкту;
- `getTableValue()` – викорує вибірку значення заданого поля з заданої таблиці;
- `getMultilangTableValue()` – викорує вибірку значення заданого поля з заданої таблиці у випадку бігітомовності сайту;
- `randVal()` – вибірка значення довільним чином;
- `status()` – зміна статусу контент елемента;
- `deleteImage()` – видалення інформації про завантажену картинку з БД;
- `move()` – зміна порядку відображення конвент елементу;
- `hardware()` - вибірка інформації про комплектуючі з БД.

Цього не великого набору функцій достатньо для вибору з БД довільної кількості даних та їх опрацювання на сервері.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Економічна характеристика проектного рішення.

Метою дипломного проекту є реалізація веб-сайту, який наведе наглядний приклад оптимізації роботи роздрібного торговельного підприємства, публікацію асортименту товарів та обмін документації з партнерами. Розроблений проект являє собою

веб-сайт орієнтований на підтримку існуючих об'ємів продаж, а також залучення нових покупців та партнерів.

Кінцевим результатом роботи веб-сайту є надання необхідної інформації про підприємство та асортимент товарів, який воно пропонує покупцям.

Розроблювана система створюється для широкого кола відвідувачів – користувачів комп'ютерної техніки. Веб-сайт буде розміщеним в глобальній мережі Інтернет і надаватиме можливість пошуку необхідної інформації щодо комплектуючих та їх цін, обміну знаннями на форумі, завантаженню гуртових прайс-листів та різноманітної документації для потенційних та діючих партнерів.

Проте, оскільки дана система може бути застосована для розробки аналогічних веб-сайтів для безлічі підприємств подібної діяльності України, то розроблена система має надзвичайно широкий спектр застосування.

Проект має абсолютний ринковий попит в Уанеті, оскільки на сьогодні в Україні (а отже і на Західній Україні) є дуже багато підприємств, які рано чи пізно будуть змушені створити своє представництво в мережі Інтернет крокуючи в ногу з часом.

Економічний ефект від впровадження розробки напряму залежить як від внутрішніх бізнес процесів самого підприємства так і від грамотної подачі інформації на сторінках сайту. Від розробленого проекту очікується фінансовий прибуток за рахунок підвищення кількості клієнтів та партнерів, а отже збільшення об'ємів продаж комп'ютерної техніки.

Реклама є важливим чинником залучення користувачів на будь-який веб-ресурс, особливо, якщо цей ресурс молодий і ще не встиг себе зарекомендувати. Враховуючи, що даний веб-сайт буде в першу чергу орієнтований на коло користувачів комп'ютерної техніки, важливим є здійснення наступних заходів:

- обмін посиланнями з існуючими ресурсами комп'ютерної тематики;
- замовлення реклами у Google – програма AdWords;

- розміщення дописів та коментарів з прихованою рекламою на тематичних форумах і блогах;
- роздрук та розповсюдження поліграфічної рекламної продукції (календариків, плакатів, буклетів тощо) з рекламою веб-сайту.
- оптимізація веб ресурсу для кращої індексації пошуковими роботами.

5.2 Висновок

Як вже було зазначено, рівень технічної та ринкової цінності програмного рішення є достатньо високим. Проте, впровадження даного проекту пов'язано з ризиком, оскільки наперед неможливо оцінити рентабельність проекту. Разом з тим, велика кількість успішних стартапів, що працюють в подібному напрямку, дозволяють оптимістично оцінити перспективи впровадження цього програмного продукту.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання магістерської дисертації розроблено програмне рішення для підтримки роздрібних торговельних підприємств. Вибір предметної сфери зумовлений актуальністю веб-технологій, сферою їх застосування та стрімким розвитком Інтернет представництв оффлайн бізнесу.

В роботі проведено аналітичний огляд літературних джерел, досліджені основні засоби реалізації даної системи, що існують на сьогодні в області веб-дизайні. Проаналізовано відомі структури та функціональні можливості таких систем, перспективи їх розвитку. Розглянута проблематика можливих порушень в роботі системи та прийняття відповідних заходів по забезпеченню вирішення цих питань.

На основі опрацьованих даних наведена модель та структура розробленої системи.

Розроблено зручний графічний інтерфейс системи, який забезпечує комфортну роботу з веб-сайтом як для пересічних

відвідувачів, потенційних чи існуючих партнерів так і для адміністратора сайту.

Розроблена підсистема автоматичної генерації паролів, яка забезпечує щоденну зміну паролів, окремо для кожного захищеного розділу документації. Це забезпечує систему більшою автоматизацією, та не потребує додаткового персоналу по її обслуговуванню.

Дана система розроблялася на веб-орієнтовній мові програмування PHP та СУБД MySQL. Розроблений нами проект є завершеним продуктом і може успішно функціонувати в мережі Internet надаючи перелічені вище переваги для роздрібних торговельних підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ньюкомер Э. Веб-сервисы. Для профессионалов: Пер. с англ. - С.-Петербург: Питер, 2003. - 256 с.
2. Хабибулин И.Ш. Самоучитель XML: Пер. с англ. - С.-Петербург: BHV-СПб, 2003. - 336 с.
3. Бин Д. XML для проектировщиков: Пер. с англ. - М.:Символ-Плюс, 2004. -256 с.
4. Мартин Д., Бирбек М., Лозген Б., Пиннок Д., Ливингстон С. XML для профессионалов: Пер. с англ. - С.-Петербург: Лори, 2001. - 900 с.
5. Боуэн Р., Лиска А. Apache. Настольная книга администратора: Пер. с англ. -М.:ДиаСофт ЮП, 2002. - 384 с.
6. Айлебрехт Л. Web-сервер Apache: Пер. с англ. - М.: Новое знание, 2002. -592 с.
7. Веллинг Л. Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL 3-е издание: Пер. с англ. - М.: Вильямс, 2005. - 910 с.
8. Дюбуа П. MySQL. Сборник рецептов: Пер. с англ. - М.:Символ-Плюс, 2004. - 1056 с.
9. Аргерих К., Чой В., Коггсхол Д., Эгервари К., Сколло К. Профессиональное PHP программирование. 2-е издание: Пер. с англ. - М.:Символ-Плюс, 2003. -1048 с.

10. Гешвинде Э., Шенинг Г. Разработка WEB- приложений на PHP и PostgreSQL: Руководство разработчика и администратора: Пер. с англ. - М.:ДиаСофт ЮП, 2002. - 608 с.
11. Уорсли Д., Дрейк Д. PostgreSQL. Для профессионалов: Пер. с англ. - С.- Петербург: Питер, 2002. - 496 с. 72
12. Стоунз Р., Мэттью Н. PostgreSQL. Основы: Пер. с англ. - М.:Символ-Плюс, 2002. - 640 с.
13. Макконнелл С. Совершенный код: Практическое руководство по разработке программного обеспечения: Пер. с англ. - С.- Петербург: Питер, 2005. - 896 с.
14. Цвики Э., Купер С., Чапмен Б. Создание защиты в Интернете (2 издание): Пер. с англ. - М.:Символ-Плюс, 2002. - 928 с.
15. <http://www.2day.com.ua/> - Дизайн студія
16. http://www.webi.com.ua/make_gu/ - Создание сайтов
17. <http://scbali.com/> - Компанія “Спеціалізований центр БАЛІ”
18. PHP и MySQL. Создание интернет-магазина: Кристиан Дари, Эмилиан Баланеску — Санкт-Петербург, Вильямс, 2010 г.- 640 с.
19. Козье Д. Электронная коммерция: Пер. с англ. - Москва: Издательско- торговый дом "Русская редакция". 1999. - 288 с.: ил.
20. Кобелев О.А. Электронная коммерция: учеб. пособие / С.В. Пирогов (ред.). — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Дашков и Ко, 2008. — 683с
21. Гаврилов Л. П. Электронная коммерция. Учебное пособие по выполнению практических работ Издательство: Солон-Пресс, 2006 г. 112 с.
22. Балабанов И. П. Интерактивный бизнес / Балабанов И. П. - СПб.: Питер, 2001. - 128 с
23. Апопій В. В. Інтернет-торгівля: проблеми і перспективи розвитку / Апопій В. В. // Регіональна економіка. - 2003. - № 1. - с. 25.
24. Бруннер М. Принципы электронного бизнеса / Бруннер М. - М.: Мир электронной коммерции, 2000. - 453 с.
25. Скотт Хокинс. Администрирование веб-сервера Apache и руководство по электронной коммерции = Apache Web Server

Administration and e-Commerce Handbook. — М.: Вільямс, 2001. — 336 с. 73

26. Томсон Л. Разработка Web-приложений на PHP и MySQL. К:Диасофт, 2001. —672 с.

27. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. — М.: Вильямс, 2003. — 1088 с.

28. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. — 2-е изд. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 484 с.

29. Гончаров А. Ю. Web-дизайн: HTML, JavaScript и CSS. Карманный справочник.. — "КУДИЦ-ПРЕСС", 2007. —320 с.

30. Якоб Нильсен Веб-дизайн. — СПб: Символ-Плюс, 2003. — 512 с .

31. Яковлев Алексей Александрович. Раскрутка и продвижение сайтов: основы, секреты, трюки.. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 336 с.

32. Онищук С.В. Розробка веб-сайту для підтримки роздрібних торговельних підприємств (на прикладі приватного підприємця С.Онищука). Автореферат магістерської дисертації на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 34 с.

<http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1622>

33. Онищук С.В. Розробка веб-сайту для підтримки роздрібних торговельних підприємств (на прикладі приватного підприємця С.Онищука). Дисертація на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 92 с.

<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/25217>

34. Онищук С.В. Розробка веб-сайту для підтримки роздрібних торговельних підприємств (на прикладі приватного підприємця С.Онищука). Монографія. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 92 с.

<http://enpuir.npu.edu.ua:8080/handle/123456789/570>

В.В. Рожко, Р.М. Літнарівч

Моделювання економічних процесів в середовищі Excel і його використання в курсі «Основи наукових досліджень»

Міжнародний економіко-гуманітарний університет

імені академіка Степана Дем'янчука, Рівне

E-mail: vova.rozhko@gmail.com

Моделювання в наукових дослідженнях почало застосовуватись здавна, поступово охоплюючи все нові галузі наукових знань: технічне конструювання, будівництво і архітектуру, астрономію, фізику, хімію, біологію, і суспільні науки. Але саме ХХ століття принесло методу моделювання успіх і визнання майже у всіх галузях сучасної науки. Проте методологія моделювання довгий час розвивалася незалежно окремими науками. Була відсутня єдина система понять, термінологій. Лише поступово була осмислена роль моделювання як універсального метода наукового пізнання.

Одним із головних напрямів розвитку економіки є застосування ефективних наукових методів аналізу й оптимізації складних економіко-організаційних систем.

Проникнення математики в економічну науку пов'язано з різного роду труднощами, що закладені в основі економічних процесів і специфіці економічної науки. Більшість об'єктів, що вивчає економічна наука, можна охарактеризувати кібернетичним поняттям – «складна система».

Складність економіки іноді розглядається як факт неможливості її моделювання засобами математики. Проте така точка зору є невірною, оскільки моделювати можна об'єкт різної складності і природи. І саме складні об'єкти є найбільш цікавими для моделювання; саме тут моделювання дає результати, які неможливо отримати іншими способами дослідження.

Метою роботи є побудова та дослідження за результатами фактичних даних економіко-математичної моделі прожиткового мінімуму в середовищі MS Excel.

Актуальність виконаного дослідження полягає в тому, що вперше встановлено поняття корупції 1 роду КК1 як відношення купівельної спроможності урядовців і депутатів до купівельної спроможності населення. Розрахунки виконані в середовищі MS Excel, що доводить практичну значимість даного програмного продукту для моделювання економічних процесів.

Математична модель результатів економічного експерименту виражається квадратичним поліномом виду

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (1)$$

або

$$y = ax^2 + bx, \quad (2)$$

або

$$y = ax^2 \quad (3)$$

Утворимо систему n початкових рівнянь з трьома невідомими

$$\begin{aligned} ax_1^2 + bx_1 + c - y_1 &= \varepsilon_1, \\ ax_2^2 + bx_2 + c - y_2 &= \varepsilon_2, \\ &\dots\dots\dots \\ ax_n^2 + bx_n + c - y_n &= \varepsilon_n. \end{aligned} \quad (4)$$

Застосувавши вимогу найменших квадратів

$$[\varepsilon\varepsilon] = [(ax_i^2 + bx_i + c - y_i)^2] = \min. \quad (5)$$

будемо мати три нормальних рівняння з трьома невідомими

$$\begin{aligned}
 a[x^4] + b[x^3] + c[x^2] &= [x^2 y], \\
 a[x^3] + b[x^2] + c[x] &= [xy], \\
 a[x^2] + b[x] + c \cdot n &= [y].
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Рішення цих рівнянь приводить до визначення невідомих коефіцієнтів

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{[x^2 y] (n[x^2] - [x][x]) + [xy] ([x][x^2] - n[x^2]) + [y] ([x][x^3] - [x^2][x^2])}{n([x^2][x^4] - [x^3][x^3]) + [x]([x^2][x^3] - [x][x^4]) + [x^2]([x][x^3] - [x^2][x^2])}, \\
 b &= \frac{[x^2 y] (n[x^2] - n[x^3]) + [xy] (n[x^4] - [x^2][x^2]) + [y] ([x^2][x^3] - [x][x^4])}{n([x^2][x^4] - [x^3][x^3]) + [x]([x^2][x^3] - [x][x^4]) + [x^2]([x][x^3] - [x^2][x^2])}, \\
 c &= \frac{[x^2 y] ([x][x^3] - [x^2][x^2]) + [xy] ([x^2][x^3] - [x][x^4]) + [y] ([x^2][x^4] - [x^3][x^3])}{n([x^2][x^4] - [x^3][x^3]) + [x]([x^2][x^3] - [x][x^4]) + [x^2]([x][x^3] - [x^2][x^2])}.
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Зрівноважене рівняння буде

$$\varphi(x) = ax^2 + bx + c \quad . \tag{8}$$

Склавши різниці $\varphi(x_i) - y_i = \varepsilon_i$, де y_i – визначені значення, а ε_i – відхилення визначених значень y_i від їх ймовірних значень, отримаємо перше представлення про точність виконаних робіт.

Контрольна формула обчислення коефіцієнтів легко виводиться із (4) (6) і умови $[\varepsilon\varepsilon] = \min$.

$$[y^2] - a[yx^2] - b[yx] - c[y] = [\varepsilon\varepsilon] \tag{9}$$

Замітимо, що корені рівняння (8) не виражаються простими величинами, як для випадку прямолінійної залежності.

Обчислення коефіцієнтів b і c можна значно спростити, якщо виразити їх із (6) через коефіцієнт a

$$b = \frac{n[yx] - [y][x]}{n[x^2] - [x][x]} + a \frac{[x][x^2] - n[x^3]}{n[x^2] - [x][x]} \tag{10}$$

$$c = \frac{[y][x^2] - [x][xy]}{n[x^2] - [x][x]} + a \frac{[x][x^3] - [x^2][x^2]}{n[x^2] - [x][x]}. \quad (11)$$

Введемо позначення

$$A = n[x^2] - [x][x]; B = [x][x^2] - n[x^3]; C = [x][x^3] - [x^2][x^2]; \quad (3.12)$$

$$D = [x^2][x^4] - [x^3][x^3]; E = [x^2][x^3] - [x][x^4]; F = n[x^4] - [x^2][x^2]$$

(12)

Тоді формули (7) будуть

$$\begin{aligned} a &= \frac{[x^2y] \cdot A + [xy] \cdot B + [y] \cdot C}{n \cdot D + [x] \cdot E + [x^2] \cdot C}, \\ b &= \frac{[x^2y] \cdot B + [xy] \cdot F + [y] \cdot E}{n \cdot D + [x] \cdot E + [x^2] \cdot C}, \\ c &= \frac{[x^2y] \cdot C + [xy] \cdot E + [y] \cdot D}{n \cdot D + [x] \cdot E + [x^2] \cdot C}. \end{aligned} \quad (13)$$

Підставивши (3.10), (3.11) у (3.8), отримаємо

$$\begin{aligned} \varphi(x) &= ax^2 \left\{ \frac{n[yx] - [x][y] + a[x][x^2] - n[x^3]}{n[x^2] - [x][x]} \right\} x + \\ &+ \frac{[y][x^2] - [x][yx] + a[x][x^3] - [x^2][x^2]}{n[x^2] - [x][x]} \end{aligned} \quad (14)$$

Отримана крива завжди проходить через точки

$$\begin{aligned}
 & \left(0; \frac{a[x][x^3] - [x^2][x^2] + [y][x^2] - [x][yx]}{n[x^2] - [x][x]} \right), \\
 & \left(\frac{[x]}{n}; a \frac{[x][x] - n[x^2]}{n^2} + \frac{[yx]}{x} \right), \\
 & \left(\frac{[x2]}{[x]}; a \frac{[x2][x2] - [x][x3]}{[x][x]} + \frac{[yx]}{[x]} \right)
 \end{aligned} \tag{15}$$

В результаті досліджень вперше представлений функціональний зв'язок між купівельною спроможністю громадян і середньою заробітною платою в державі з врахуванням корупції і інфляції на даний момент.

На основі офіційних статистичних даних будується математична модель для перевірки теоретичних досліджень.

Вперше встановлено поняття корупції 1 роду КК1 як відношення купівельної спроможності урядовців і депутатів до купівельної спроможності населення.

На основі Фундаментального Закону Всесвіту – закону рівноваги і гармонії в застосуванні до забезпечення життєдіяльності людини встановлена формула розрахунку заробітної плати громадянина як добуток середньої заробітної плати в країні на коефіцієнт духовності і коефіцієнт інтенсивності праці і ризику.

В першому наближенні коефіцієнт духовності представлений як коефіцієнт інтелекту (коефіцієнт розумової праці), а коефіцієнт інтенсивності праці і ризику представлений як коефіцієнт фізичної праці.

Безперечний інтерес представляє дослідження динаміки росту корупції в Україні, як одного із факторів різкого пониження рівня національної безпеки держави.

Вперше отриманий коефіцієнт корупції на Україні за матеріалами Transparency International; © Ukrainian International.

Детально проаналізовано “Індекс сприйняття корупції (0- найвищий рівень корупції, 10- корупції практично немає) “ , показано, що у 2009 році рівень корупції досягнув рівня корупції 2004 року і 2001 року.

Для кращої наочності на графіку індекс сприйняття корупції (10- найвищий рівень корупції, 0- корупції практично немає) “ представлений рівень корупції зі зростанням корупції у верх графіка.

Представлена зведена діаграма «Корупція на Україні», показані дані передостанніх десяти років і офіційні дані інфляції.

Знайдено параметри математичної моделі купівельної спроможності громадян в залежності від середньої заробітної плати, на яку значною мірою впливає корупція і інфляція.

Розроблена методика поступального переміщення початку координат в точку арифметичної середини при побудові математичної моделі.

Висновки: Вперше отримана емпірична формула залежності купівельної спроможності громадян «у» від заробітної плати «х» з врахуванням реальних індексів інфляції і корупції за результатами офіційних статистичних даних на протязі 1998...2010 років на Україні

$$y = -5,27679E - 07 x^2 + 0,11728181 \ 3x + 0,39823592 \ 9. .$$

Ааналіз моделі за критерієм Фішера-Снедекора.

При цьому встановлено

$$F_{\text{критерій}}=883,515,$$

$$F(0.05;2;10)=4.102,$$

$$F > F(0.05;2;10).$$

Модель адекватна експериментальним даним.

Літературні джерела

1. Мур ., Эдерфорд Л. Экономическое моделирование в Microsoft Excell, 6 изд:Пер с англ – М издательский дом «Вильямс» 2004 – 1024с.

2. Основы научных исследований: Учебное пособие для технических вузов /Под ред. Крутова В.И., Попова В.В.- М.: Высшая школа, 1989.- 400 с.
3. Основы научных исследований: Учебное пособие/ Лудченко А.А., Лудченко Я.А.,Примак Т.А.- К.:О-во «Знання», КОО, 2000.- 114 с.
4. Бугір М.К. Математика для економістів.Посібник.- К.:Видавничий центр «Академія»,2003,-520 с.
5. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Курс статистического моделирования.-М.: Наука, 1976,- 319 с.
6. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр. — М.: КомКнига, 2007. — 192 с
7. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. -М.:Физматлит, 2001
8. Ашманов С. А. Введения в математичну економіку. М.: Наука 1984
9. [Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов](#)
10. Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження економіко-математичної моделі поліномом m -го порядку.Вісник МЕГУ.Збірник наукових праць.Серія: Системні науки та кібернетика. Випуск 1.МЕГУ, Рівне,2009.- с.41-51.
11. Літнарівич Р.М. Застосування способу найменших квадратів до обробки матеріалів психологічних і педагогічних експериментів. Частина 2. Курс лекцій. МЕГУ, Рівне, 2007.-110 с.
12. Літнарівич Р.М. Конструювання і дослідження математичних моделей. Множинний аналіз. Частина 1. МЕГУ, Рівне, 2009.- 127с.
13. Літнарівич Р.М. Конструювання і дослідження математичних моделей. Поліноміальна апроксимація. Частина 2. МЕГУ, Рівне, 2009.-36с.
14. Літнарівич Р.М. Конструювання і дослідження математичних моделей. Онтодидактика поліноміальної апроксимації. Частина 3. МЕГУ, Рівне, 2009.-32
15. Літнарівич Р.М. Конструювання і дослідження математичних моделей. Побудова і дослідження істинної моделі якості засвоєння базової дисципліни. Апроксимація поліномом першого степеня. Частина 4. МЕГУ, Рівне, 2009.-43с.
16. Пенсійна газета №3(81) за березень 2010 року

17. Літнатович Р.М., Літнатович І.М. Побудова і дослідження математичної моделі успішного функціонування держави. Порівняльний Аналіз. МЕНУ, Рівне, 2009.-19 с. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/2718>
18. Літнатович Р.М. Коефіцієнт добробуту народу як рівень національної безпеки держави. МЕНУ, Рівне, 2010. -62 с.
<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/2720>
19. Літнатович Р.М. Дослідження впливу корупції і інфляції на купівельну спроможність громадян України. МЕНУ. Рівне, 2011.- 114 с.
<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/14860>
20. Літнатович Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник. МЕНУ, Рівне, 2011.-140 с.
<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/15901>
- a. www.pfu.gov.ua
- b. <http://www.bank.gov.ua/>
- c. <http://www.nbu.gov.ua>
- d. <http://www.masters.donntu.edu.ua/>

УДК 614.2

Українець І.В., Літнарів Р.М. Аналіз і дослідження криптографічних засобів захисту інформації на базі «Укргазбанк»

Робота виконана на кафедрі математичного моделювання Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука

Рецензенти: В.Г.Бурачек, доктор технічних наук, професор
В.О.Боровий, доктор технічних наук, професор
.....Є.С.Парняков, доктор технічних наук, професор
Відповідальний за випуск: Й.В.Джунь, доктор фіз.-мат. наук, професор

Важливість і актуальність питань захисту інформації вже давно вийшли на одне з перших місць серед інших завдань, що вирішуються в процесі проектування, створення та використання сучасних інформаційних систем. Причини такої підвищеної уваги до цієї проблеми цілком очевидні - від якості заходів захисту інформації безпосередньо залежить економічна безпека організації.

Ключові слова – інформація, захист, криптографія, безпека.

Важность и актуальность вопросов защиты информации уже давно вышли на одно из первых мест среди других заданий, которые решаются в процессе проектирования, создания и использования современных информационных систем. Причины такого повышенного внимания к этой проблеме полностью очевидны - от качества мероприятий защиты информации непосредственно зависит экономическая безопасность организации.

Ключевые слова - информация, защита, криптография, безопасность.

Importance and actuality of questions of priv already a long ago went out on one of the first places among other tasks, which decide in the process of planning, creation and use of the modern informative systems. Reasons of such enhanceable attention to this problem are fully obvious - on quality of measures of priv economic security of organization depends directly.

Keywords - information, defence, cryptography, safety.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Організація наукової роботи спрямована на дослідження та аналіз криптографічних засобів захисту інформації на базі УКРГАЗ Банку. Широке використання обчислювальних мереж, призводить до того, що з'являється велика можливість для несанкціонованого доступу до переданої інформації.

Останнім часом зріс інтерес до питань захисту інформації. Це пов'язують з тим, що стали більш широко використовуватися обчислювальні мережі, що призводить до того, що з'являються великі можливості для не-санкціонованого доступу до переданої інформації.

Важливість і актуальність питань захисту інформації вже давно вийшли на одне з перших місць серед інших завдань, що вирішуються в процесі проектування, створення та використання сучасних інформаційних систем. Причини такої підвищеної уваги до цієї проблеми цілком очевидні - від якості заходів захисту інформації безпосередньо залежить економічна безпека організації.

Банківська інформація завжди була об'єктом пильної уваги всякого роду зловмисників. У системі забезпечення

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
безпеки банку захист інформації відіграє найбільш важливу роль.

Сучасні технології дають банкам переваги в організації систем доставки товарів і послуг. Використання електронних засобів зв'язку дозволяє реалізувати:

- ✓ електронні платежі і розрахунки в точці продажу;
- ✓ клієнтські термінали, які здійснюють прямий зв'язок з банком;
- ✓ домашнє банківське обслуговування за допомогою персонального комп'ютера або телефону;
- ✓ обмін електронними даними в мережі з розширеним набором послуг;
- ✓ технології електронних банківських карт, включаючи магнітні та електронні пластикові карти.

Актуальність роботи викликана потребою створення програмної системи захисту інформації у комп'ютерних мережах на основі криптографічних засобів захисту інформації, які забезпечують найбільший ступінь захисту інформації. Проектування та розробка системи захисту інформації створена на основі новітньої платформи для розробки Visual Studio 2010, що є лідером серед засобів для розробки складних програмно-інженерних систем.

В даній роботі за основу взято симетричну та асиметричну криптографію. Особливу увагу приділено алгоритмам захисту DES, ГОСТ, Blowfish та RSA. Велику увагу у роботі приділено сліпому цифровому підпису. Сліпий цифровий підпис реалізовано за допомогою алгоритму RSA. Найбільш широке застосування протокол сліпих підписів знайшов у сфері цифрових грошей.

Мета роботи — розробити криптографічно-стійку систему захисту інформації, що представляється у вигляді програмної системи, що дозволяє проводити кодування та

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
передачу інформаційних ресурсів у мережі. Основними завданнями для досягнення мети стали:

- Дослідження проблеми захисту інформації на основі криптографічних методів;
- Розробити програмну систему захисту інформації для зберігання обробки та використання закодованої інформації;
- Аналіз симетричної та асиметричної криптографії, дослідження роботи шифрів блочного типу. Виділення найбільш надійних шифрів захисту інформації;
- Організувати базу даних користувачів для обміну повідомлень із відповідним цифровим підписом кожного із користувачів системи;
- Реалізувати програмну систему у середовищі Visual Studio 2010 на мові програмування C#.

Наукова новизна полягає у реалізації системи захисту інформації, що дозволяє проводити обмін, зберігання обробку інформаційних ресурсів із врахуванням крипто-стійкості та відповідної надійності для банківських систем. Систему захисту інформації розроблено за допомогою новітньої мови програмування C#, що дозволило врахувати можливості передачі та ідентифікації електронних повідомлень між користувачами системи.

Практична значимість і реалізація роботи полягає в розробці програмного продукту, який є перевірений, протестований та впроваджений на базі УКРГАЗ Банку. Розроблена криптографічна система захисту інформації відповідає усім вимогам, які були поставлені до даного програмного забезпечення. Перевагою системи є забезпечення можливості її роботи на будь-якому ПК. Головною вимогою ставиться наявність NET Framework 4.0.

Апробація роботи. Окремі розділи дисертації були докладені і отримали одобрення на наукових конференціях студентів і аспірантів у 2010 і 2011 роках, а також на науковому семінарі кафедри математичного моделювання.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в монографії автора : Українець І.В. Аналіз і дослідження криптографічних засобів захисту інформації на базі «Укргазбанк». Науковий керівник Р.М.Літнарів. МЕНУ, Рівне, 2011.- 150 с.

<http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1568>

Основні положення дисертації, що виносяться на захист:

- ◆ повний опис практичного застосування криптографії у сфері інформаційної безпеки;
- ◆ огляд криптографічних алгоритмів захисту інформації;
- ◆ розробка програмного продукту;
- ◆ опис алгоритму реалізації системи;
- ◆ середовище розробки;
- ◆ інструкція користувачеві по використанню;
- ◆ реалізація подій та методів головної форми вікна;
- ◆ реалізація об'єктів шифрування даних;
- ◆ програмування додаткових інтерфейсів.

Структура і об'єм роботи:

Дисертація складається із вступу, трьох розділів, розбитих на підрозділи, висновків і списку використаних джерел. Обсяг дисертації 111 сторінок, 31 рисунок, 13 таблиць. Список використаної літератури із 67 найменувань, в тому числі 3 на іноземній мові.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, дається короткий огляд результатів, що мають безпосереднє

відношення до теми роботи, та загальна характеристика магістерської дисертації.

В першому розділі описується практичне застосування криптографії у сфері інформаційної безпеки, приводяться криптографічні засоби захисту інформації, математичні основи і дається порівняльний аналіз симетричних та асиметричних алгоритмів.

У другому розділі розглядається огляд криптографічних алгоритмів захисту інформації – шифри DES, ГОСТ, Blowfish, RSA.

Розробці програмного продукту посвячується третій розділ. Дається програмна реалізація алгоритму, описується алгоритм реалізації системи, акцентується увага на середовищі розробки, приводиться інструкція користувачеві по використанню розробленого автолром програмного продукту.

В додатку 1 дається реалізація подій та методів головної форми вікна.

В додатку 2 відображається реалізація об'єктів шифрування даних.

В додатку 3 приводиться програмування додаткових інтерфейсів.

3.1. Опис алгоритму реалізації системи

Алгоритм реалізації системи захисту інформації можна умовно розділити на декілька етапів:

- ✓ Вибір сервера баз даних (БД) і організація даних про користувачів системи;
- ✓ Налаштування програмного середовища для роботи із БД;
- ✓ Організація відправки електронних листів користувачам системи, що включають шифрований файл (ключ);

- ✓ Організація технології обміну ключами, перевірка цифрового підпису ключа на основі шифру RSA;
- ✓ Організація методів потокової взаємодії із файлами довільного типу;
- ✓ Організація процесу кодування даних шифром DES;
- ✓ Організація процесу кодування даних шифром ГОСТ;
- ✓ Організація процесу кодування даних шифром Blowfish;

На початковому етапі розробки системи було сформовано БД. В якості сервера БД обрано Microsoft Access 2003, який є найбільш поширеним і зручним при використанні для користувачів.

У базі даних зберігається інформація про користувачів системи захисту інформації. У БД зберігається поля із наступною інформацією:

- прізвище;
- ім'я;
- по батькові;
- email;
- відкритий ключ n;
- відкритий ключ e;

Заповнена таблиця зберігає (рис.3.1) необхідну інформацію про користувачів у системі захисту інформації. Поле у якому міститься електронна адреса кожного із користувачів призначене для автоматизованої відправки електронних листів на їх адреси. Ключі, що зберігаються у БД призначені для кодування файлу, що додається до листа.

id_work	last_name	name	patronymic	email	key_n	key_e
23	Українець	Ірина	Василівна	481	547484243	891771719
24	Вольський	Артемі	Вікторович	volkskyi@gmail.com	1850849821	765245455
27	Гаврилюк	Вікторія	Володимирів	havrylyukvv@gmail.com	16817423	37663463
29	Климчук	Андрій	Васильович	klymchukav@mail.ru		
30	Шовах	Володимир	Володимиров	shovahvv@rambler.ru		
*	(Новий)					

Рис. 3.1. Користувачі у базі даних

Загалом файл, що прикріплюється до листа — це зашифрований файл за допомогою шифру RSA. У файл можна записувати довільну текстову інформацію, що реалізується у системі захисту інформації. Даний файл, що надсилається можна дешифрувати тільки закритим ключом кожного із користувачів системи, для якого цей файл відправлено. Ключ дешифрується закритим ключом кожного користувача.

Така технологія організації відправки листів дозволяє організувати обмін ключами для шифрів DES, ГОСТ та Blowfish. Для даних шифрів ключ повинен знаходитися в таємниці. Для даних шифрів ключ, що використовується для шифрування та дешифрування інформації. У шифрі RSA є відкриті ключі для шифрування та закритий для дешифрування. Надійність шифру вважається найбільш криптостійкою, тому обмін ключами реалізується на основі даного шифру захисту інформації.

Відправка листа реалізована за допомогою smtp сервера електронної пошти. Для розсилки повідомлень користувачам БД у системі потрібно вказати наступні налаштування електронного ящика:

- ✓ smtp сервер;
- ✓ smtp порт;
- ✓ email;
- ✓ пароль.

Висновки

У дисертації проаналізовано та досліджено криптографічні методи захисту інформації. Криптографічні методи діляться на симетричні та асиметричні. У роботі практично реалізовано як симетричні так і асиметричні алгоритми захисту інформації. Серед симетричних алгоритмів виокремлено алгоритми блочного типу. Оскільки вони є зручними у реалізації та мають великий спектр для застосування. Симетричні шифри блочного типу характеризуються високою швидкістю роботи.

Загалом серед асиметричних алгоритмів захисту інформації основну увагу приділено шифру RSA. Даний шифр використовується у банківських системах, оскільки він дає найбільшу криптостійкість інформації, що захищається. Одними із недоліків шифру RSA є низька швидкість кодування інформації і складна апаратна реалізація.

Нами було реалізовано та протестовано наступні шифри захисту інформації:

- ✓ DES;
- ✓ ГОСТ;
- ✓ Blowfish;
- ✓ RSA.

Кожен із досліджених та реалізованих шифрів є досить надійним, що визначає його популярність у всьому світі. Проектування та реалізація даних шифрів була проведена із урахуванням їх практичного застосування у цифрових системах. Велику увагу у роботі приділено сліпому цифровому підпису. Сліпий цифровий підпис реалізовано за допомогою алгоритму RSA. Найбільш

На основі розглянутих шифрів було розроблено систему захисту інформації. При виконанні операцій шифрування та дешифрування кожним із шифрів показується швидкість та ефективність їх роботи, проте із збільшенням об'єму інформації час роботи алгоритмів відповідно збільшується. Найбільш швидко працюють шифри блочного типу.

Програмна система захисту інформації включає в себе можливості відправки електронних повідомлень, кодування довільного типу інформації симетричними шифрами, організація роботи із базою даних користувачів системи.

Система розроблена на мові програмування C#. Середовищем розробки обрано Visual Studio 2010.

Таким чином, нам вдалося організувати систему захисту інформації, що дозволяє забезпечити необхідний ступінь захищеності для користувачів, які використовують дану систему. Система ефективно впроваджена у використання на базі УКРГАЗ Банку. Головною вимогою до розробленої системи є правильність її налаштування для досягнення використання усіх її можливостей.

Основний зміст дисертації опублікований в монографії автора:

1. Українець І.В. Аналіз і дослідження криптографічних засобів захисту інформації на базі «Укргазбанк». Науковий керівник Р.М.Літнарів Р.М. МЕНУ, Рівне, 2011.- 150 с.
<http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1568>

Список використаної літератури

1. Алекс Макки Введение в .NET 4.0 и Visual Studio 2010 для профессионалов. – М.: "Вильямс", 2010. – 416 с.
2. Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии. – М.: "Телиос АРВ", 2001. – 480 с.
3. Асосков А.В., Иванов М.А., Мирский А.А., Рузин А.В., Славин А.В., Тютвин А.Н. Поточные шифры.- М.: КУДИЦ – ОБРАЗ, 2003. – 336 с.
4. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. - М.: Мир, 1979. – 536с.
5. Бабаш А.В., Шанкин Г.П. Криптография. – М.: Соломон – Р, 2002. – 512 с.
6. Батурин Ю.М., Жодзишский А.М. Компьютерная преступность и компьютерная безопасность. – М.: Юридическая литература, 1991. – 158 с.
7. Биркгоф Г., Барти Т. Современная прикладная алгебра. – М. Мир, 1976.
8. Брикелл Э.Ф., Одлижко Э.М. Криптоанализ: Обзор новейших результатов. // ТИИЭР. – 1988. – Т.76, №5. – С. 75-94.
9. Бичков О., Турбал Ю. Основи сучасного програмування Навч. посібник для студ. техніч. спец. вищ. навч. закладів М-во освіти і науки України. КНУ ім. Т.Шевченка. МУ "РЕГІ" ім. акад. С. Дем'янчука. – Рівне: РВЦ "ТЕТІС", 2004. – 448с.
10. Вербіцький О.В. Вступ до криптології. – Львів: Науково-техн. літ., 1998. – 248с.
11. Гайкович В., Першин А. Безопасность электронных банковских систем. – М.: Единая Европа, 1994. – 564с.

12. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб: Питер, 2001. — 368 с.
13. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных. В 2-х кн. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – Кн.1 – 401с., кн.2 – 176 с.
14. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – М.: Мир, 1982. – 416с.
15. Деднев М.А., Дыльнов Д.В., Иванов М.А. Защита информации в банковском деле и электронном бизнесе. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 512с.
16. Диффи У., Хеллман М. Защищенность и имитостойкость. // ТИИЭР. – 1979. – Т.67, №3. – с. 71-109.
17. Жарков В.А. Visual C#.NET в науке и технике. — М.: Жарков Пресс, 2002.
18. Жарков В.А. Самоучитель Жаркова по Visual Studio .Net: Visul Basic .NET, Visual C# .NET, Visual C++ .NET, Visual J# .NET. — М.: Жарков Пресс, 2002.
19. Жарков В.А. Visual C++ на практике. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2002.
20. Завадская Л.А., Фаль А.М. Криптографически сильные генераторы псевдослучайных последовательностей. // Безопасность информации. – 1997. - №1. – С. 7-11.
21. Задірака В., Олексик О. Комп'ютерна криптологія. – Київ, 2002. – 505 с.
22. Задірака В.К. Олексюк О.С. Методи захисту фінансової інформації. –К.: Вища школа, 2000. – 460 с.
23. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Как построить защищенную информационную систему. – СПб.: НПО "Мир и Семья-95", ООО "Интерлайн", 1998. – 256с.
24. Кейт Грегори Использование Microsoft Visual C++.NET. – Киев, 2002. – 780 с.

25. Климов Л. П. С#. Советы программистам. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 544 с.

26. Кнут Д. Искусство программирования на ЭВМ. Т2. – М.: Мир, 1976. – 724с.

27. Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. – М.: Наука, 1982. – 416с.

28. Кудин А.М. Методы тестирования чисел на простоту и построение простых чисел. // Безопасность информации. – 1996. - №3. – С.23-32.

29. Кристиан Нейгел, Билл Ивсен, Джей Глинн, Карли Уотсон, Морган Скиннер Visual C# 2008. Базовый курс. – М.: "Вильямс", 2009. – 1210 с.

30. Лабор В.В. Си Шарп. Создание приложений для Windows — Мн.: Харвест, 2003. — 384 с.

31. Мафтик С. Механизмы защиты в сетях ЭВМ.–М.: Мир, 1993. – 216 с.

32. Месси Дж.Л. Введение в современную криптологию. // ТИИЭР. – 1988. – Т.76, №5. – С.24-42.

33. Нечаев В.И. Элементы криптографии (основы защиты информации). – Москва: Высшая школа, 1999. – 109с.

34. Нікольський Ю.В., Пасічник В.В., Щебрина Ю.М. Дискретна математика Підручник для студентів вищ. навч. закладів За ред.: акад. НАН України М.З.Згуровського . – К.:Видавнича група ВНУ, 2007. – 368с.

35. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений .-2-е изд. – М.:ПИТЕР, 2005. – 864с.

36. Павловская Т.А., Щупак Ю.А. С++. Объективно-ориентированное программирование: Практикум.. Навч. посібник для студ. изучающих С++ . – СПб.: Питер, 2005 . – М.:Питер,2005 . – 264с.

37. Патрис Пелланд, Паскаль Паре, Кен Хайнс Переход к Microsoft Visual Studio 2010. – Корпорация Microsoft, 2011. – 256 с.

38. Петров А.А. Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты. – М.: ДМК, 2000. – 448 с.

39. Петраков А.В. Основы практической защиты информации Учеб. пособие по спец. "Защищенные системы связи". – 4-е изд., доп. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005 . – 384 с.

40. Прата С. Язык программирования С++. Лекции и упражнения The Waite Group's C++ Primer Plus, Third Edition . – К.: ДияСофт, 2001 . – 656с.

41. Рихтер Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 2.0 на языке C#. Мастер-класс. / Пер. с англ. – М.: Издательство «Русская Редакция»; СПб.: Питер, 2007. – 656 с.

42. Саломая А. Криптография с открытым ключом. – М.: Мир, 1996. – 318 с.

43. Себеста, Роберт, Основные концепции языков программирования . – 5-е изд. – М.: "Вильямс", 2001. – 672 с.

44. Симмонс Г.Дж. Обзор методов аутентификации информации // ТИИЭР – 1988. – Т.76.№5 – с.105-125.

45. Сمارт Н. Криптография. – М.: Техносфера, 2005. – 528 с.

46. Троелсен Эндрю Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4.0, 5-е издательство. – М.: "Вильямс", 2011. – 1392 с.

47. Троэлсен Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста. – СПб.: Питер, 2004. – 796 с.

48. Федоров А. Microsoft Visual Studio 2010: первое знакомство. – Microsoft, 2009. – 42 с.

49. Хорошко В.А., Чекатков А.А. Методы и средства защиты информации Под ред. Ю.С.Ковтанюка . – К.:ЮНИОР, 2003. – 504 с.

50. Хоффман Л.Дж. Современные методы защиты информации. – М.: Сов. радио, 1980. – 264с.

51. Цирлер Н. Линейные возвратные последовательности. // В кн.: Кибернетический сборник. Вып.6 – М.: ИЛ, 1963. – С.55-79.

52. Чмора А. Современная прикладная криптография. – М.: “Телиос АРВ”, 2001. – 256 с.

53. Шаханова, М.В. Современные технологии информационной безопасности: учеб. пособие / М.В. Шаханова; Дальневосточный государственный технический университет. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. - 217 с.

54. Шеннон К.Э. Теория связи в секретных системах. // В кн.: Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: ИЛ, 1963. – с. 243-332

55. Шилд Г. С# Учебный курс. — М.: Питер 2003. — 471 с.

56. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке СИ. – М.: ТРИУМФ, 2003. – 816с.

57. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1979. – 272 с.

58. Яценко В.В. Введение в криптографию.-М.: МЦНМО: ЧеРо, 1999.-272 с.

59. Needham R M, Schroeder M D Using encryption for authentication in large networks of computers // Communications of the ACM. – 1978. – Vol. 21. – P. 993 – 999.

60. Schneier Bruce. Applied cryptography (Second edition). Protocols, Algorithms and source Code in C.- New York, Toronto: John Wiley & Sons, 1996.

61. Stinson D.R. Cryptography: theory and practice. – Boca Raton, New York, London, Tokyo: CRC Press, 1995 – 434 p.

62. <http://secureinfo.ru/category/education/> – Безопасные технологи. Все, что связано с компьютерной безопасностью.

63. Українець І.В. Аналіз і дослідження криптографічних засобів захисту інформації на базі «Укргазбанк». Монографія. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 150 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1568>

64. Українець І.В. Аналіз і дослідження криптографічних засобів захисту інформації на базі «Укргазбанк». Автореферат магістерської дисертації на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 41 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1569>

65. Українець І.В. Аналіз і дослідження криптографічних засобів захисту інформації на базі «Укргазбанк». Дисертація магістра інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 114 с.

<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/23949>

Федотов Т.С., Літнарівич Р.М

Моделювання залежності магнітного моменту Землі від широти і його застосування при вивченні курсу "Фізика з основами геофізики"

Анотація. Встановлюється функціональна залежність магнітного моменту планети Земля від геомагнітної широти. Дається вивід формули у вигляді поліному третього порядку.

Математична модель будується на основі способу найменших квадратів.

Проводиться дослідження точності зрівноважених елементів методом статистичних випробувань Монте Карло.

Ключові слова: магнітний момент, планета Земля, широта, апроксимація

Аннотация. Устанавливается функциональная зависимость магнитного момента планеты Земля от геомагнитной широты. Дается вывод формулы в виде полинома третьей степени.

Математическая модель строится на основе способа наименьших квадратов.

Проводится исследование точности уравновешенных элементов методом статистических испытаний Монте Карло.

Ключевые слова: магнитный момент, планета Земля, широта, аппроксимация.

Annotation. Functional dependence of magnetic moment of planet is set Earth from a geomagnetical breadth. The

A mathematical model is built on the basis of method of leastsquares.

Research of exactness of the balanced elements is conducted by the method of statistical tests of Монте of Карло.

Keywords: magnetic moment, a planet is Earth, breadth, approximation.

Актуальність теми досліджень. Дослідження геомагнітного поля Землі представляє безумовний науковий і практичний інтерес.

Постановка проблеми. Учені приділяють велику увагу вивченню природи геомагнітного поля. Вони вирішують питання про час зародження магнітного поля земної кулі, тривалість його існування, як це поле буде змінюватись в майбутньому.

Мета даної роботи: виразити один із основних компонентів геомагнітного поля Землі - магнітний момент планети - графічно і встановити функціональну залежність магнітного моменту від широти.

Методи вирішення проблеми. Основним методом вирішення проблеми є математична модель, яка будується на основі способу найменших квадратів. Нами підбрана емпірична формула у вигляді поліному третього порядку. Побудовану ймовірнісну модель приймаємо як істинну, на її основі проводяться дослідження точності побудови моделі методом статистичних випробувань Монте Карло. Генеруються псевдо-випадкові числа, що приймаються як істинні похибки, якими спотворюється істинна модель.

Основне конкретне завдання. Методом найменших квадратів урівноважується спотворена модель і робиться оцінка точності врівноважених елементів. Значення

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
істинних похибок дає можливість зробити порівняльний аналіз. Шляхом побудови і дослідження великої кількості моделей набирається достатня статистика для підтвердження висновків дослідження.

Практичне значення роботи. Запропонована нами методика дозволить робити попередні розрахунки точності при проектуванні майбутніх геомагнітних досліджень в будь-якій точці планети Земля.

Наукова новизна. Новизна дослідження полягає в тому, що застосування методу Моте Карло дає унікальну нагоду порівняти істинні і абсолютні похибки проведених нами досліджень.

На основі проведених досліджень, отримані вільні члени нормальних рівнянь

20237903,12
272104,436
4052,379
84,294

Коефіцієнти апроксимуючої моделі

a=D1/D=	0,000012150
b=D2/D=	-0,001415
c=D3/D=	0,026610
d=D4/D=	8,817656
	0,000012150
$Y=aX^3+bX^2+cX+d$	

Нами виведена формула за результатами теоретичних досліджень:

$$y' = 0,000012150x^3 - 0,001415x^2 + 0,026610x + 8,817656.$$

Контроль зрівноваження

[yy]-	a[yx^3]-	b[yx^2]	- c[yx]	d[y]	=	0,099128615
					[VV] =	0,099128615
					Різниця=	0,000000

Середня квадратична похибка одиниці ваги
0,128535737

$\mu =$

Середня квадратична похибка коефіцієнта а
2,38947E-06

$m_a =$

Середня квадратична похибка коефіцієнта в
0,000327896

$m_b =$

Середня квадратична похибка коефіцієнта с
1,22104E-02

$m_c =$

Середня квадратична похибка коефіцієнта d
0,11906162

$m_d =$

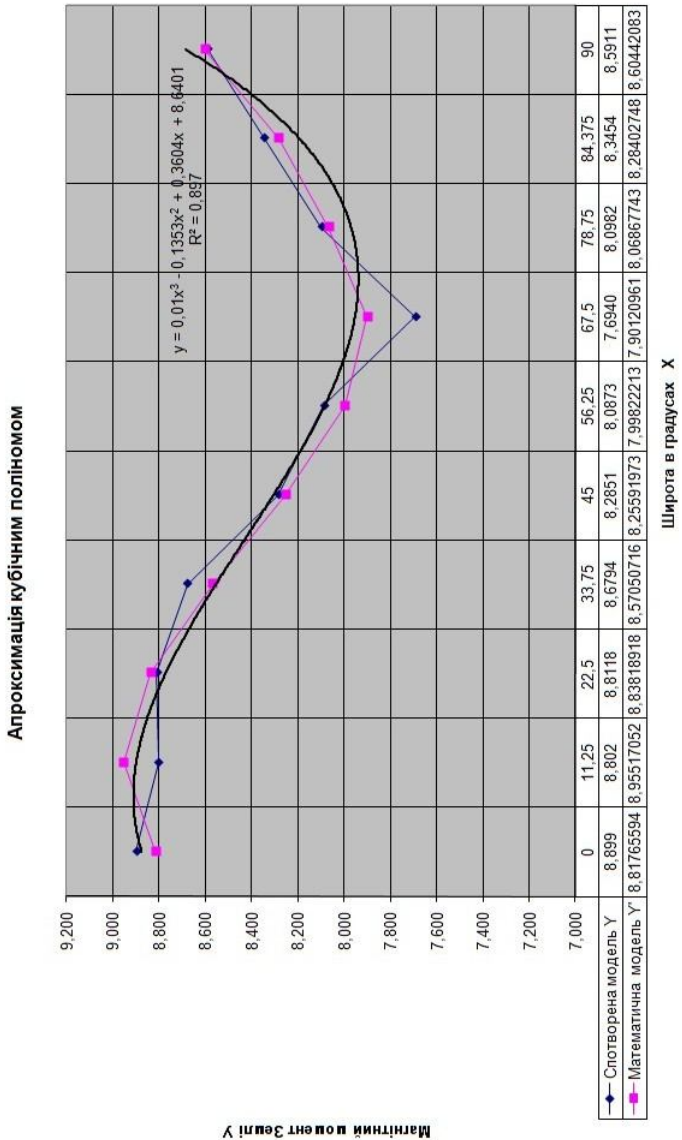
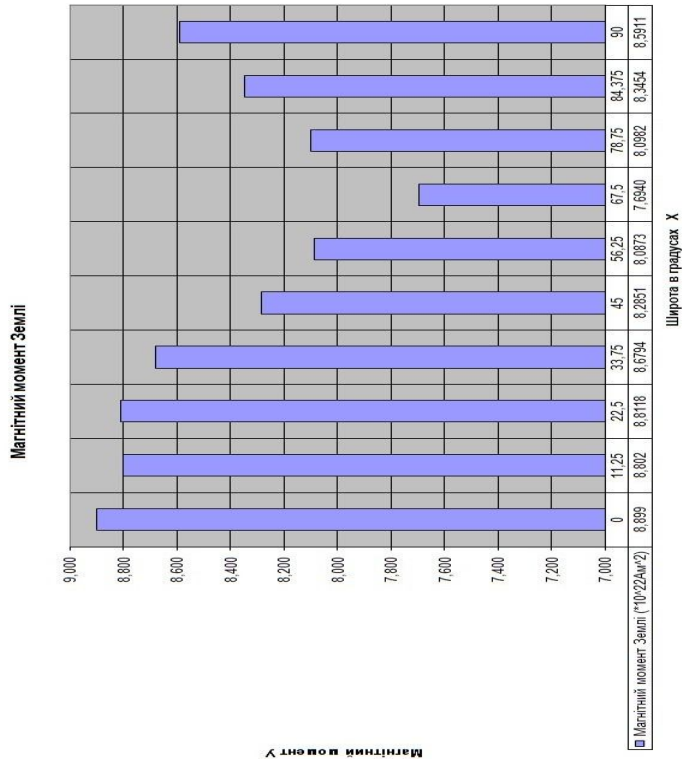
Середні квадратичні похибки зрівноваженої функції

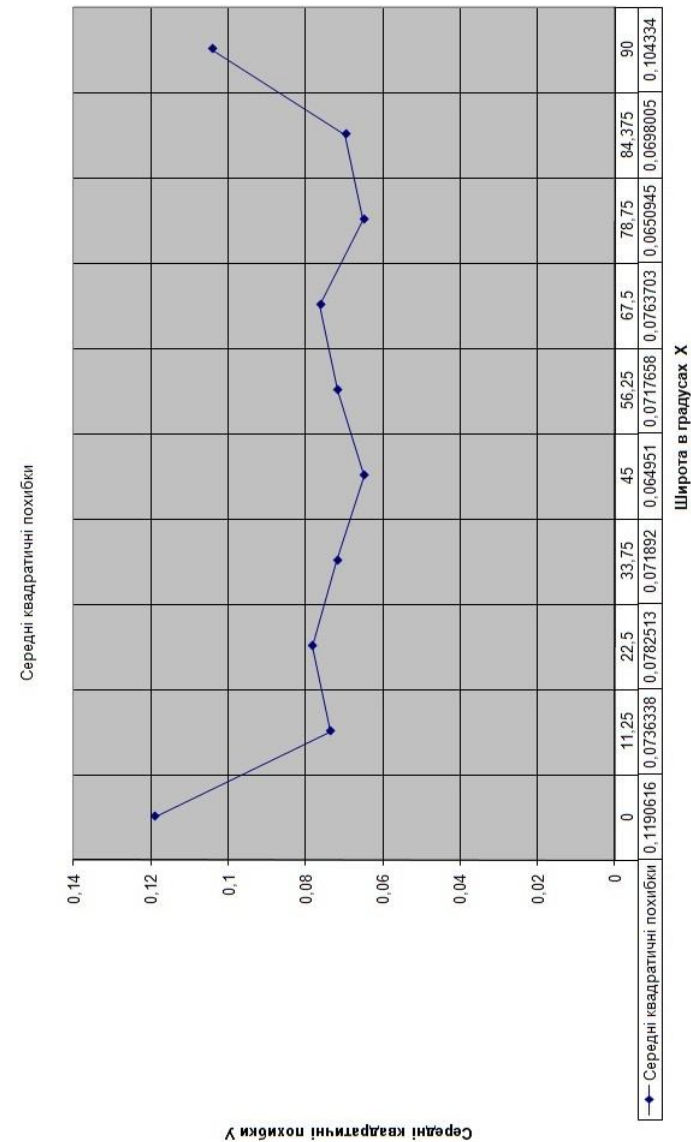
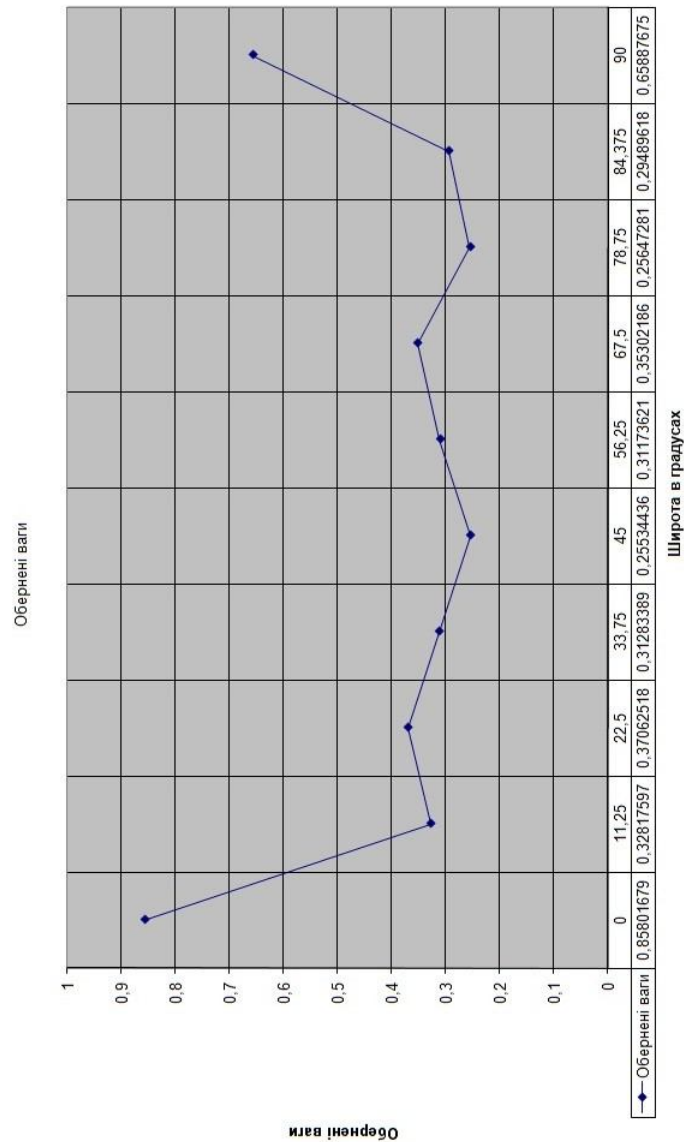
$m_{\varphi} =$

0,11906162
0,07363381
0,07825126

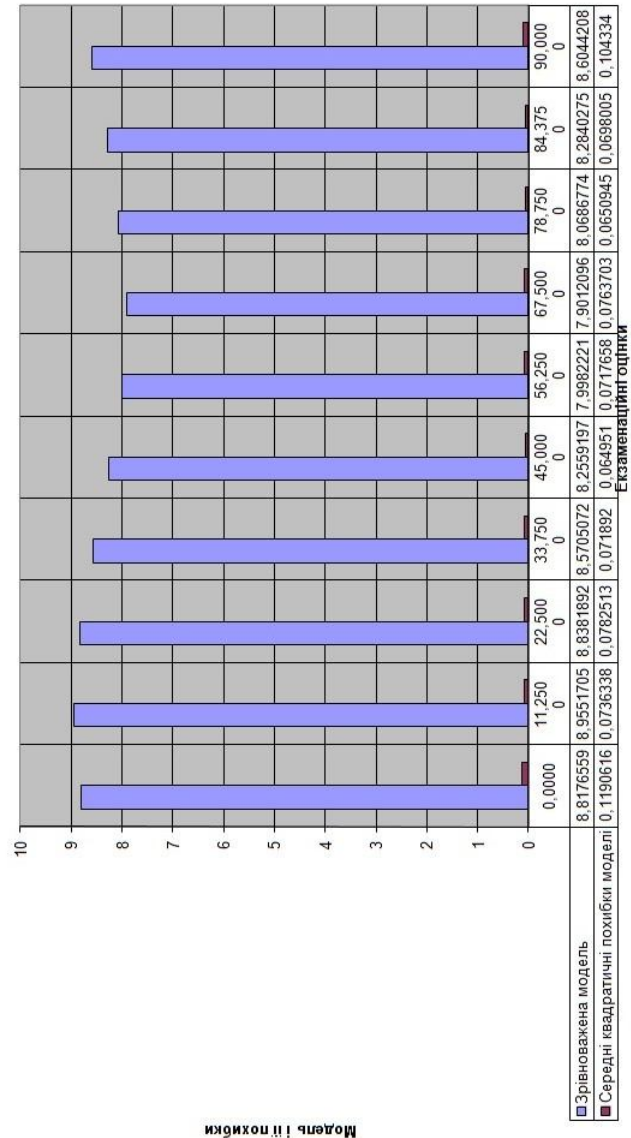
0,07189204
0,064951
0,0717658
0,07637033
0,06509454
0,06980049
0,10433403

Діаграми досліджень

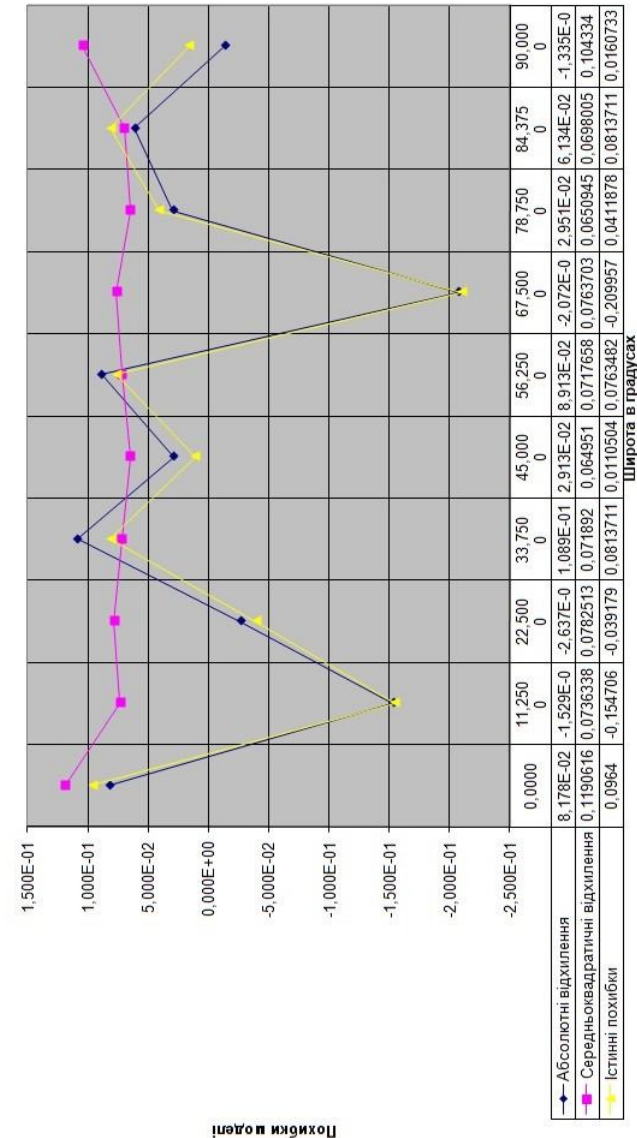




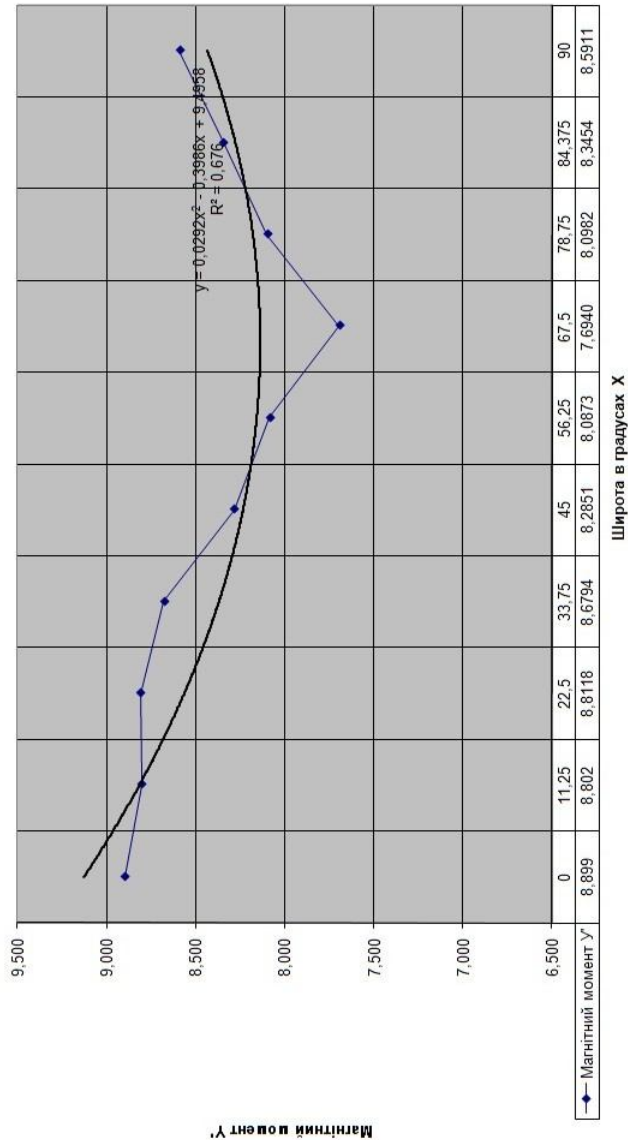
Зрівноважена модель і її похибки



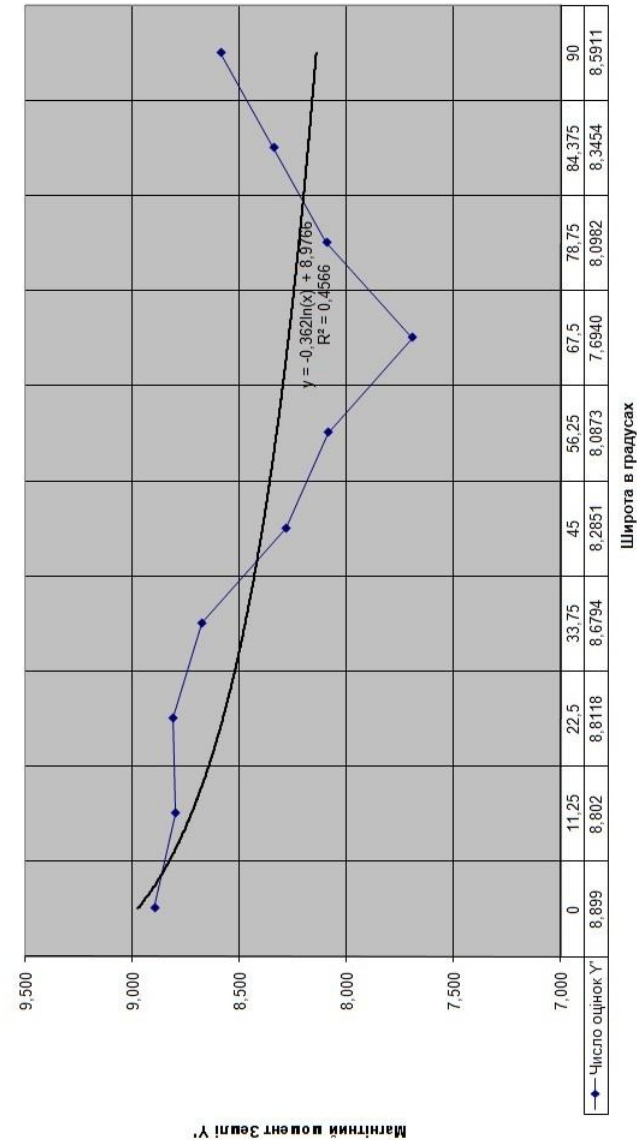
Абсолютні і середньоквадратичні відхилення

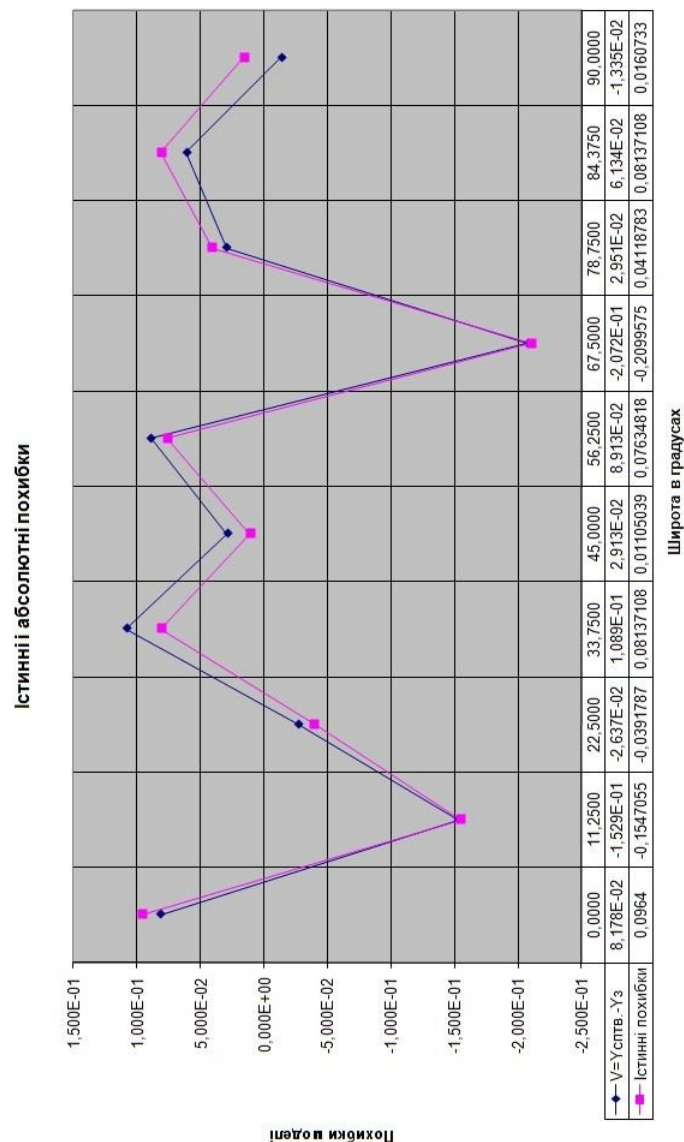


Апроксимація квадратичним поліномом



Апроксимація логарифмічною функцією





Висновки

На основі проведених досліджень нами в даній роботі отримані основні результати :

1. Генеровані випадкові числа, які приведено до нормованої досліджуваної точності.

2. На основі істинної моделі і генерованих істинних похибок побудована спотворена модель залежності магнітного моменту Землі від широти.

3. Математична модель апроксимована по способу найменших квадратів кубічним поліномом.

4. Отримана формула залежності магнітного моменту Землі Y від широти X .

$$y' = 0,000012150x^3 - 0,001415x^2 + 0,026610x + 8,817656.$$

Встановлено, що середня квадратична похибка одиниці ваги за результатами зрівноваження складає

$$\mu = 0,128 \cdot 10^{22} \text{ ам}^2.$$

5. Середня квадратична похибка визначення коефіцієнта a при x^3 $m_a = 2,38947E - 06$;

- середня квадратична похибка визначення коефіцієнта b при x^2 $m_b = 0,000327896$;
- середня квадратична похибка визначення коефіцієнта c при x $m_c = 1,22104, E - 02$;
- середня квадратична похибка визначення коефіцієнта d при $m_d = 0,11906162$.
- середні квадратичні похибки зрівноваженої функції $m_f =$

0,11906162
0,07363381
0,07825126
0,07189204
0,064951
0,0717658
0,07637033
0,06509454
0,06980049
0,10433403

Літературні джерела

1. Букеєв Б.О. Дослідження точності апроксимації залежності магнітного моменту Землі від широти методом статистичних випробувань Монте Карло. Модель ПГБ 61-. МЕНУ, Рівне, 2006, -29с.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М.: Наука, 1973, -831с.
3. Кошкин Н. И., Ширкевич М. Г. Справочник по элементарной физике. – М.: Наука, 1972, -255с.
4. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Загальний курс фізики. Т. 1. К.: Техніка, 1999, -536с.
5. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Загальний курс фізики. Т. 2. – К.: Техніка, 1999, -452с.

6. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальний курс фізики. Т.3. – К.: Техніка, 1999, -520с.
7. Літнарівич Р. М. Дослідження точності апроксимації залежності магнітного моменту Землі від широти методом статистичних випробувань Монте Карло. Частина 1. МЕНУ, Рівне, 2006, -44с.
8. Літнарівич Р.М. Встановлення зв'язку між географічною і геомагнітною системами координат. Частина 2. МЕНУ, Рівне, 2006, -47с.
9. Літнарівич Р.М. Фізика з основами геофізики. Курс лекцій. МЕНУ, Рівне, 2007, -78с.
10. Літнарівич Р.М. Фізика з основами геофізики. Лабораторний практикум. Частина 1. МЕНУ, Рівне, 2007, -44с.
11. Літнарівич Р.М. Фізика з основами геофізики. Лабораторний практикум. Частина 2. МЕНУ, Рівне, 2008, -48с.
12. Літнарівич Р.М. Спосіб найменших квадратів і його використання для обробки експерименту. Курс лекцій. МЕНУ, Рівне, 2006, -75 с.
13. Пастушенко С. М. Формули і закони загальної фізики: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2е вид.: Діал., 2005, -2668с.
14. Рого К. Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений. Справочное пособие. –К.: Техніка, 1987, -126с.
15. Розв'язування задач з курсу загальної фізики. Практикум/Остроухов А. А., Стрижевський В. Л., Цвілих М. Г. та інші. –К.: Радянська школа, 1966, -503с
16. Савельєв І. В. Курс фізики. Т.1. –М.: Наука, 1989, -352с
17. Савельєв І. В. Курс фізики. Т.2. –М.: Наука, 1989, -464с
18. Савельєв І. В. Курс общей физики. –М.: Наука, 1982, -304с
19. Ситніков О. П. Основи електродинаміки. Лабораторний практикум. Чернівці: ЧДІЕіУ, 2003, -48с
20. Суботін С. І. Кора і мантія Землі. –К.: Знання, 1996, -39с.
21. Топографо-геодезические термины: справочник/Кузьмин Б. С., Герасимов Ф. Я., Молоканов В. М. и др. – М.: Недра, 1989, -261с.
22. Федоров Є. П. Обертання Землі. –К.: Знання, 1966, -52с
23. Фізика з використанням обчислювальної техніки. Практичний курс/ В. М. Казанський, В. І. Кланченко, Д. Кошелева та ін. – К.: Либідь, 1993, -224с.

Ціхоцька К.В., Літнарівч Р.М.

Засоби комп'ютерного моделювання на мові програмування C++ при вивченні складних економічних явищ

Робота виконана на кафедрі математичного моделювання Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука

Рецензенти: В.Г.Бурачек, доктор технічних наук, професор

В.О.Боровий, доктор технічних наук, професор

.....Є.С.Парняков, доктор технічних наук, професор

Відповідальний за випуск: Й.В.Джунь, доктор фіз.-мат. наук, професор

Об'єктом дослідження є сучасні методи та засоби комп'ютерного моделювання, а також мови програмування, що надають можливість розробляти власні програми для побудови математичних моделей.

Ключові слова: математична модель, мова програмування C++, економіка, програмний продукт.

Объектом исследования являются современные методы и средства компьютерного моделирования, а также языки программирования, которые предоставляют возможность разрабатывать собственные программы для построения математических моделей.

Ключевые слова: математическая модель, язык программирования C++, экономика, программный продукт.

A research object are modern methods and facilities of computer design, and also programming languages that give possibility to develop the own programs for the construction of mathematical models.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Метою роботи є написання програми, що дозволяє не лише побудувати модель економічного явища, а й обчислити такі важливі економічні характеристики, як прибуток, еластичність попиту, товарообіг, а також їх критичні значення.

Робота є актуальною тому, що більшість сучасних програм для статистичної обробки даних дають надто узагальнені висновки і не заглиблюються в результати побудованих моделей в контексті конкретної галузі.

Наукова новизна полягає в тому, що розроблена програма на ряду із математичними характеристиками змодельованого явища надає також основні економічні характеристики. Це дає змогу більш предметно оцінити результати проведених досліджень.

Об'єктом дослідження є сучасні методи та засоби комп'ютерного моделювання, а також мови програмування, що надають можливість розробляти власні програми для побудови математичних моделей. В результаті даного дослідження мною було обрано середовище розробки програмного забезпечення Microsoft Visual Studio 2010 як одне з найсучасніших середовищ. Воно надає зручні інструменти для розробки сучасних програм, підвищення ефективності їх виконання та своєчасного виявлення помилок. Крім того засоби створення проекту, що вбудовані в середовище Visual C++ 2010, дозволяють автоматично створювати основу коду для широкого діапазону різноманітних прикладних програм.

Методологічною основою дисертації є Інтегроване середовище розробки (Integrated Development Environment – IDE), яке надається разом із середовищем Visual C++

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
2010 – це повністю самодостатнє середовище, призначене для створення, компіляції, компонування і перевірки програм на мові C++. Це середовище включає в себе велику кількість повністю інтегрованих інструментів, призначених для полегшення написання програм.

Список фундаментальних складових середовища розробки Visual C++ 2010, що надаються IDE, включає в себе редактор, компілятор, компоновщик і бібліотеки. Це основні інструменти, що є необхідними для розробки, і відповідно були використані мною для написання програми.

Практична значимість роботи полягає в створенні повноцінного програмного продукту, що може використовуватись на підприємствах що займаються торгівлею.

Апробація роботи. Окремі розділи дисертації доповідались і отримали одобрення на наукових конференціях студентів і аспірантів у 2010 і 2011 роках, а також на науковому семінарі кафедри математичного моделювання.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в монографії автора: Ціхоцька К. В. Засоби комп'ютерного моделювання на мові програмування C++ при вивченні складних економічних явищ. Монографія. Науковий керівник Р.М.Літнарів. МЕНУ, Рівне, 2012. - с.

Основні положення дисертації, що виносяться на захист:

- теоретичні основи побудови економіко-математичної моделі по способу найменших квадратів з повною оцінкою точності її елементів;
- аналіз середовища програмування Microsoft Visual Studio 2010;
- розробка допоміжних бібліотек;

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
- візуальне оформлення програми.

Структура і об'єм роботи. Магістерська дисертація складається із вступу, трьох розділів, розбитих на підрозділи, висновків і списку використаної літератури та додатків. Обсяг дисертації 86 сторінок, 15 рис. Список використаних джерел із 13 найменувань, в тому числі 4 складають Інтернет-джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, даються основні положення дисертації, які виносяться на захист, та приводиться загальна характеристика магістерської дисертації.

В першому розділі описується поняття моделі та моделювання і розглядаються теоретичні основи побудови економіко-математичної моделі по способу найменших квадратів.

Розробляються питання повної оцінки точності зрівноважених елементів економіко-математичної моделі.

Другий розділ описує середовище програмування Microsoft Visual Studio 2010 і основні елементи інтерфейсу Microsoft Visual Studio 2010.

Третій розділ включає програмну реалізацію розробленого нами програмного продукту на мові програмування C++, опис та інтерфейс програми.

Сам програмний продукт приводиться в додатку до дисертації.

РОЗДІЛ 3. ЕТАПИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМИ ТА ДЕМОНСТРАЦІЯ ЇЇ РОБОТИ

3.1. Розробка допоміжних бібліотек

Перед тим як приступити безпосередньо до розробки програми, підготовлено ряд бібліотек, що описують основні об'єкти та функції які будуть застосовуватись у програмі. А саме бібліотеку CMatrix.h, для роботи з матрицями і Modeling.h для побудови, власне, моделі та обчислення її основних математичних і економічних характеристик.

За допомогою бібліотеки CMatrix.h можна створювати матриці будь-якої розмірності і будь-якого типу даних. Також в бібліотеці передбачені наступні методи роботи з матрицями:

- `int getRows();` – повертає кількість рядків матриці;
- `int getColumns();` – повертає кількість стовпців матриці;
- `int getNumOfElem();` – повертає кількість елементів матриці;
- `T& operator () (unsigned int i, unsigned int j)` – дозволяється звертатись до елемента матриці x_{ij} ;
- `CMatrix<T>& CMatrix<T>::operator = (const CMatrix<T> &rhs)` – перевантажений оператор `=`, дозволяє присвоювати значення однієї матриці іншій;
- `CMatrix<T>& CMatrix<T>::operator += (const CMatrix<T> &rhs);`, `CMatrix<T>& CMatrix<T>::operator -= (const CMatrix<T> &rhs);`, `CMatrix<T>& CMatrix<T>::operator *= (const CMatrix<T> &rhs);`, `CMatrix<T>& CMatrix<T>::operator *= (const T &rhs);`, `CMatrix<T>& operator + (const CMatrix<T> &lhs, const CMatrix<T> &rhs);`, `CMatrix<T>& operator -`

`(const CMatrix<T> &lhs, const CMatrix<T> &rhs);`, `CMatrix<T>& operator * (const CMatrix<T> &lhs, const CMatrix<T> &rhs);`, `CMatrix<T>& operator * (const CMatrix<T> &lhs, const T &rhs);`, `CMatrix<T>& operator * (const T &lhs, const CMatrix<T> &rhs);` – перевантажені оператори, що дозволяють виконувати алгебраїчні дії над матрицями;

- `T Determinant (const CMatrix<T> &M);` – функція що повертає визначник матриці;
- `CMatrix<T>& Inverse (const CMatrix<T> &M);` – функція повертає матрицю обернену до тої, що передається в параметрі;
- `CMatrix<T>& Minor (const CMatrix<T> &M, int fix_row, int fix_column);` – повертає мінор матриці що передається у першому параметрі по рядку і стовпцю що передаються у другому і третьому параметрах відповідно;
- `CMatrix<T>& Transpos (const CMatrix<T> &M)` – повертає транспоновану матрицю що передається у параметрі.

Лістинг коду бібліотеки приведено в додатку А.

В бібліотеці Modeling.h описаний об'єкт, що містить усі основні характеристики моделі. Ці характеристики обчислюються в 4 етапи під час виконання програми. Слід зазначити, що для побудови моделей застосовано метод найменших квадратів.

На першому етапі створюються динамічні масиви в яких зберігаються введені користувачем дані, а саме: кількість спостережень, ціна товару та відповідний цій ціні обсяг продажу за досліджуваний проміжок часу, а також витрати що пов'язані із кількістю виготовленої та реалізованої продукції і витрати що від неї не залежать.

На другому етапі обраховуються коефіцієнти a , b , c емпіричного рівняння:

$$y = ax^2 + bx + c,$$

що й буде уособленням математичних моделей у програмі. Для їх обрахунку обчислюється матриця обернена до матриці коефіцієнтів нормальних рівнянь. Після завершення виконання другого етапу вона не знищується, на відміну від інших змінних, що містили допоміжні обрахунки, а навпаки зберігається як один із членів класу. Це робиться тому, що дана матриця неодноразово буде використовуватись при обрахунку інших параметрів побудованих моделей.

На третьому етапі обраховуються основні економічні характеристики моделі, такі як товарообіг, собівартість проданої продукції, еластичність регресії попиту, прибуток, а також значення зрівноваженої функції. Усі знайдені значення зберігаються у вигляді динамічних масивів у змінних класу.

На завершальному етапі відбувається оцінка точності побудованої моделі. Обраховуються наступні величини:

- Абсолютні похибки зрівноваженої функції – це різниці значень отриманих практично та теоретично.
- Обернені ваги зрівноваженої функції за способом найменших квадратів:

$$\frac{1}{P} = \varphi Q \varphi^T,$$

де φ – значення коефіцієнтів початкових рівнянь функції;

φ^T – транспонована матриця коефіцієнтів[2];

Q – обернена матриця коефіцієнтів нормальних рівнянь.

- Квадратичні похибки зрівноваженої функції, обчислюються як добуток кореня квадратного з обернених ваг на абсолютну похибку зрівноваженої функції.
- Обернені ваги коефіцієнтів рівняння. Ці значення розміщені у діагоналі оберненої матриці коефіцієнтів нормальних рівнянь Q наступним чином: $Q_{11}=1/P_c$, $Q_{22}=1/P_b$ і $Q_{33}=1/P_a$. [2]
- Середня квадратична похибка

$$\mu = \sqrt{\frac{[VV]}{n - m - 1}},$$

де V – абсолютні похибки, n – кількість спостережень, m – порядок полінома[3].

- Середні квадратичні похибки коефіцієнтів емпіричного рівняння обчислюються як добуток середньої квадратичної похибки на корінь квадратний оберненої ваги коефіцієнта.
- Значимість коефіцієнтів емпіричного рівняння це відношення самого коефіцієнта до його середньої квадратичної похибки.
- Контроль зрівноваження обчислюється за контрольною формулою

$$[y^2] - a[ux^2] - b[ux] - c[y] = [\varepsilon\varepsilon]$$

Лістинг коду бібліотеки приводиться в додатку Б.

3.2. Візуальне оформлення програми

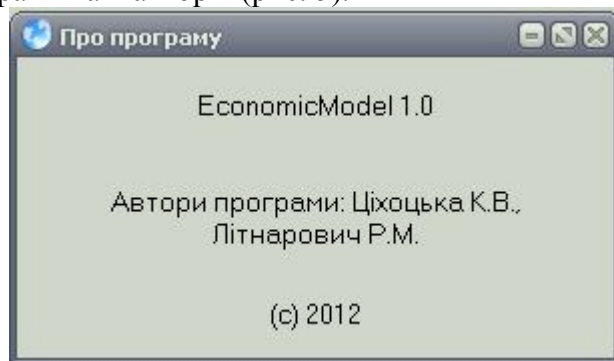
Усі вікна та форми програми було розроблено за допомогою Windows Forms. Допоміжні бібліотеки підключаються до головного вікна програми, адже саме у ньому будуть відображатись усі результати розрахунків.

Після запуску програми у головному вікні відображається лише меню, що містить три пункти: «Нова модель», «Про програму», «Вихід».

При натисканні на пункті «Нова модель» відбувається виклик форми для внесення даних згідно яких проводитиметься моделювання. Функція обробки даної події виглядає наступним чином:

```
void __fastcall TMainForm::N1Click(TObject *Sender)
{
    InputForm->ShowModal();
}
```

При обранні пункту «Про програму» викликається невеличке вікно із короткою інформацією про версію програми та її авторів (рис. 5).



(Рис. 5)

Пункт меню «Вихід» закриває програму, після чого відбувається знищення усіх введених даних, та вивільнення пам'яті виділеної під них.

Отже, повернемося до форми введення даних, що, як було зазначено раніше, викликається при натисканні на пункт меню «Нова модель». При відкритті ця форма має наступний вигляд:

(Рис. 6)

Користувачу спочатку пропонується ввести кількість спостережень (тобто відповідну кількість пар «ціна» – «кількість проданого товару»). Після чого в таблицю, яка знаходиться нижче додається зазначена кількість рядків. Далі користувач може або ввести необхідні дані у таблицю, або ж повернутись до попереднього пункту, якщо, наприклад, була вказана невірна кількість спостережень, натиснувши кнопку «Відмінити». При цьому всі дані з таблиці буде видалено, а кількість рядків стане такою як на початку. Також дану форму можна закрити натиснувши кнопку «Вихід».

Для зручності усі кнопки у формі введення даних забезпечені підказками, тобто якщо затримати курсор над будь-якою з них на декілька секунд, то з'явиться

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012
 відповідна спливаюча підказка, що більш розширено описує призначення даної кнопки.

При натисканні на кнопку «Побудувати модель» відбувається перевірка введених даних. Якщо якісь із введених користувачем значень не коректні, або ж не заповнені усі потрібні поля, з'являється повідомлення про помилку із роз'ясненням що саме було зроблено не так. Форма заповнена даними демонструється у додатку В.

Коли перевірка відбулась і усі введені дані визнані коректними відбувається, власне, побудова моделі, та обрахунок її математичних та економічних характеристик. Під час цього обрахунку відображається панель прогресу, де описується поточний етап розрахунків. Це дуже зручно при обробці великої кількості спостережень. Користувач може слідкувати за процесом обчислення і у разі неполадки йому буде відомо на якому саме етапі щось пішло не так.

Саме у тілі цієї форми відбуваються усі розрахунки, а обчислені дані передаються на вивід у головне вікно програми.

Якщо обробка пройшла успішно, то панель прогресу закривається разом із формою введення даних, а головне вікно знову стає активним.

Тепер у головному вікні відображаються усі обчислені дані, для зручності їх розділено на 7 вкладок:

- Економічні характеристики
- Критичні значення економічних характеристик
- Характеристики побудованої моделі
- Емпіричні і зрівноважені дані (Додаток Д)
- Собівартість, товарообіг, прибуток (Додаток Е)
- Попит, товарообіг, еластичність (Додаток Ж)
- Похибки зрівноважених даних (Додаток З)

Серія математичне моделювання та інформаційні системи, випуск 4, 2012

У перших трьох вкладках дані відображаються в табличному вигляді, а у інших чотирьох у вигляді графіків.

У вкладці «Економічні характеристики» розміщені такі дані: коефіцієнти емпіричної функції, ціна товару, обсяг продажу, теоретичний обсяг продажу, коефіцієнт еластичності попиту, собівартість реалізованої продукції, товарообіг, прибуток (рис. 7).

Також, передбачена можливість обрахувати усі вище зазначені характеристики (крім коефіцієнтів) для довільної ціни. Для цього під таблицею реалізована кнопка «Обчислити для своєї ціни», що викликає відповідну форму (рис. 8). Після вводу ціни і натискання кнопки «ОК» відбувається обчислення і виведення потрібних значень. У формі також реалізовано контроль, якщо користувач введе некоректне значення, наприклад, від'ємне, то форма видасть повідомлення про помилку із роз'ясненням яким повинен бути коректний ввід. Лістинг коду даної форми розміщений у додатку К.

ВИСНОВКИ

В ході виконання даної роботи було проаналізовано засоби мови C++, які можуть використовуватись у математичному моделюванні і на основі отриманої інформації розроблено повноцінний програмний продукт, що:

- дозволяє моделювати та досліджувати складні економічні явища на основі введених користувачем даних;
- встановлює залежність між ціною на товар та попитом на основі формули:

$$y = ax^2 + bx + c,$$

де y – попит на товар, а x – ціна одиниці товару;

- обчислює ряд економічних характеристик змодельованого явища, таких як еластичність регресії попиту, собівартість реалізованої продукції, товарообіг, прибуток від проданого товару;
- визначає критичні значення прибутку і товарообігу, якщо такі є;
- обчислює характеристики значень зрівноваженої функції: обернені ваги, абсолютні похибки та середні квадратичні похибки;
- обчислює характеристики коефіцієнтів функції залежності попиту від ціни: їх обернені ваги, середні квадратичні похибки та значимість;
- проводить контроль зрівноваження;
- наочно демонструє залежність економічних показників один від одного за допомогою графіків;
- здійснює контроль над коректністю введених користувачем даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. URL http://mat.1september.ru/2003/14/no14_1.htm (12 лютого 2012)
2. Літнарів Р.М. Основи наукових досліджень. Аналіз індивідуального ринку. МЕНУ, Рівне, 2010.-4с.
3. Б. Страуструп. 2.1. Что такое С++? // Язык программирования С++. Указ. соч. — С. 57

4. Stroustrup, Bjarne URL <http://www2.research.att.com/~bs/glossary.html> (12 лютого 2012)
5. ISO/IEC 14882:1998, розділ 6.4, пункт 4: «The value of a condition that is an initialized declaration in a statement other than a switch statement is the value of the declared variable implicitly converted to bool ... The value of a condition that is an expression is the value of the expression, implicitly converted to bool for statements other than switch; if that conversion is ill-formed, the program is ill-formed».
6. Айвор Хортон «Visual C++ 2010 полный курс», Москва, 2010
7. Бугір М.К. Математика для економістів.Посібник.- К.:Видавничий центр «Академія»,2003,-520 с.
8. Літнарів Р.М. Побудова і дослідження економіко-математичної моделі поліномом m-го порядку.Вісник МЕНУ.Збірник наукових праць.Серія: Системні науки та кібернетика. Випуск 1.МЕНУ, Рівне,2009.- с.41-51.
9. Літнарів Р.М. Конструювання і дослідження математичних моделей. Множинний аналіз. Частина 1. МЕНУ, Рівне, 2009.-127с.
10. Ник Рендольф, Дэвид Гарднер, Майкл Минутилло, Крис Андерсон Visual Studio 2010 для профессионалов = Professional Visual Studio 2010. — М.: «Диалектика», 2011. — С. 1184.
11. Герберт Шилдт Полный справочник по С++, 4-е издание = С++: The Complete Reference, 4th Edition. — М.: «Вильямс», 2011. — С. 800
12. URL <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%2B%2B>
13. URL http://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio
14. Ціхоцька К.В. Засоби комп'ютерного моделювання на мові програмування С++ при вивченні складних

економічних явищ. Автореферат магістерської дисертації на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 31 с.
<http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1660>

15. Ціхоцька К.В. Засоби комп'ютерного моделювання на мові програмування C++ при вивченні складних економічних явищ. Монографія. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 99 с.
<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/25585>

16. Ціхоцька К.В. Засоби комп'ютерного моделювання на мові програмування C++ при вивченні складних економічних явищ. Дисертація на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 86 с.
<http://enpuir.npu.edu.ua:8080/handle/123456789/720>

УДК 004.42

Чернявський О.І., Літнарів Р.М.

Розробка модуля функцій парсингу XML і регулярних виразів як важливої технологічної складової АРМ в автосервісі (на прикладі ТОВ «Да Тех Рівне»)

Робота виконана на кафедрі математичного моделювання Міжнародного економіко-гуманітарного університету імені академіка Степана Дем'янчука

Рецензенти: В.Г.Бурачек, доктор технічних наук, професор
В.О.Боровий, доктор технічних наук, професор
.....Є.С.Парняков, доктор технічних наук, професор
Відповідальний за випуск: Й.В.Джунь, доктор фіз.-мат. наук, професор

Експериментальні алгоритми реалізовані на мові програмування С в середовищі Linux з використанням компілятора GNU GCC, дебагера GDB, текстового редактора VIM. Алгоритми протестовані і показали правильність роботи з вхідними даними різної складності.

Ключові слова: експериментальні алгоритми, модуль функцій, реалізація, тестування.

Экспериментальные алгоритмы реализованы на языке программирования С в среде Linux с использованием компилятора GNU GCC, дебагера GDB, текстового редактора VIM. Алгоритмы протестированы и показали правильность работы со входными данными разной сложности.

Ключевые слова: экспериментальные алгоритмы, модуль функций, реализация, тестирование.

Experimental algorithms programming of C realized in language in the environment of Linux with the use of compiler of GNU GCC, debager of GDB, text editor VIM. Algorithms are tested and showed the rightness of work with the datains of different complication.

Keywords: experimental algorithms, module of functions, realization, testing.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми Мова XML (eXtensible Markup Language) привабила достатньо уваги серед розробників і користувачів середовища Інтернет, щоб задуматись над питанням використання її в якості основного інструменту для створення Web-програм, зберігання даних. Регулярні вирази в свою чергу є мовою пошуку текстової інформації.

XML і регулярні вирази відносяться до області зберігання, передачі, пошуку і обробки текстової інформації. Оскільки XML є найбільш популярним форматом зберігання даних, очевидним є необхідність програмного модуля функцій парсингу XML. Даний модуль може повторно використовуватись в зовнішніх програмних проектах. Регулярні вирази, з іншого боку, це популярна мова опису шаблонів пошуку текстової інформації.

XML і регулярні вирази широко використовуються в області зберігання, передачі і пошуку текстової інформації, що свідчить про необхідність та актуальність даних технологій для індустрії програмного забезпечення.

Мета роботи. Метою даної роботи є розробка алгоритму швидкого парсингу XML і регулярних виразів.

Для досягнення мети в дисертації поставлені завдання:

- Оглянути існуючі програмні бібліотеки парсингу

- Висвітлити теоретичні основи технологій XML і регулярних виразів.
- Розробити експериментальні алгоритми парсингу XML і регулярних виразів.

Об'єкт дослідження. Досліджується алгоритм реалізації парсингу XML і регулярних виразів.

Предметом дослідження є стандарт XML, синтаксис мови XML і регулярних виразів.

Методологічною основою написання дисертації є специфікація стандарту, спеціалізована література і довідники.

Наукова новизна полягає у програмній реалізації розроблених автором алгоритмів парсингу XML і регулярних виразів: високорівнева модель алгоритму, вихідний код на мові C, описується технологічна база розробки і тестування алгоритму.

Практична значимість і реалізація роботи полягає в розробці програмного продукту, який є перевіреним, протестованим та впровадженим у виробництво. Розроблена високорівнева модель алгоритму відповідає усім вимогам, які були поставлені до даного програмного забезпечення. Перевагою системи є забезпечення можливості її роботи на будь-якому ПК

Апробація роботи. Окремі розділи дисертації були докладені і отримали одобрення на наукових конференціях студентів і аспірантів у 2010 і 2011 роках, а також на науковому семінарі кафедри математичного моделювання.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в монографії автора : Чернявський О.І. Розробка модуля функцій парсингу XML і регулярних виразів як важливої технологічної складової АРМ в автосервісі (на прикладі

Основні положення дисертації, що виносяться на захист:

- ♦ повний опис існуючих реалізацій програмних бібліотек парсингу XML і регулярних виразів, аналіз їхніх властивостей, переваг і недоліків;
- ♦ опис теоретичних основ технологій XML;
- ♦ опис мови регулярних виразів: основні базові принципи, історія виникнення, типи машин регулярних виразів, синтаксис;
- ♦ програмна реалізація розроблених автором алгоритмів парсингу XML і регулярних виразів: високорівнева модель алгоритму, вихідний код на мові C;
- ♦ опис технологічної бази розробки і тестування алгоритму;
- ♦ середовище розробки.

Структура і об'єм роботи:

Магістерська дисертація складається із вступу, п'яти розділів, розбитих на підрозділи, висновків і списку використаних джерел. Обсяг дисертації 163 сторінки. Список використаної літератури із 24 найменувань, в тому числі 10 на іноземній мові.

ВСТУП

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, дається короткий огляд результатів, що мають безпосереднє відношення до теми роботи, та загальна характеристика магістерської дисертації.

В першому розділі описується практичне застосування криптографії у сфері інформаційної безпеки, приводяться криптографічні засоби захисту інформації, математичні основи і дається порівняльний аналіз симетричних та асиметричних алгоритмів.

Дисертація складається з п'яти розділів. Перший розділ описує основи мови XML та інших технологій тісно пов'язаних з даною мовою. Також представлений огляд існуючих реалізацій парсерів XML. Зокрема в розділі висвітлена слідуюча інформація: що таке XML, для чого потрібна нова мова розмітки, структура документа XML, правила створення XML-документа, конструкції мови, простір імен, розглядаються існуючі бібліотеки парсингу, їхні властивості, переваги і недоліки.

Другий розділ описує основи мови регулярних виразів: історія виникнення, базові принципи, типи машин регулярних виразів, синтакси. Також представлений огляд існуючих реалізацій парсерів регулярних виразів (Regular Expressions).

Третій розділ включає програмну реалізацію розробленого нами модуля парсингу XML: описуються особливості даної реалізації, представлена високорівнева модель алгоритму, вихідний код на мові C, описується технологічна база розробки і тестування модуля.

Четвертий розділ включає програмну реалізацію розробленого нами модуля регулярних виразів: високорівнева модель алгоритму, вихідний код на мові C, технологічна база розробки і тестування модуля.

П'ятий розділ описує реалізацію повнофункціональної прикладної програми в якій в повній мірі застосовані модулі парсингу XML і регулярних виразів. Даний програмний продукт представляє собою реалізацію програми-електронного словника що працює з енциклопедичними і словниковими базами даних в форматі

XML. Дана прикладна програма показує в повній мірі ефективність і правильність роботи реалізованих мною модулів парсингу XML і регулярних виразів.

Модуль парсингу XML пройшов тестування з XML-файлами розміром до 300 МВ. Тести показали що модуль працює коректно, швидко і не споживає багато пам'яті. Відповідно до результатів тестів можна зробити висновок що розроблений програмний модуль може бути використаний в зовнішніх програмних проектах для парсингу XML і пошуку інформації з використанням регулярних виразів.

Розділ III. Програмна реалізація модуля парсингу XML

3.1 Особливості реалізації

При реалізації модуля парсингу XML були поставлені завдання досягти слідуючі характеристики кінцевої реалізації: швидка робота, толерантне використання пам'яті. Щоб отримати такі характеристики була застосована модель — одне джерело, багато користувачів. Дана модель в контексті парсингу XML представляє слідуючий алгоритм роботи. На початку роботи модуль зчитує в буфер весь файл, що містить XML. Після цього запускається процедура парсингу, якій передається даний буфер. Парсинг представляє собою процес пошуку і аналізу XML-тегів в буфері. Для кожного знайденого тега створюється структура в якій зберігається вказівник на місце в буфері де даний тег має початок. Дане рішення має ключове значення. Зберігання вказівника на дані, а не копіювання, робить алгоритм парсингу швидким і економічним в використанні пам'яті. Необхідно відзначити, що процедура виділення пам'яті, крім того що з'їдається сама пам'ять, створює додаткові затримки в роботі. Тобто маючи один буфер, що представляє собою одне джерело,

Серія математичне моделювання та інформаційні моделі, випуск 4, 2012
ми створюємо багато структур, користувачі, що містять
вказівники на місця в буфері де беруть початок відповідні
теги.

3.2 Програмна модель

Основою алгоритму парсингу XML є рекурентна функція `dexml()`. Дана функція працює за слідуючим принципом. На вході вона отримує вказівник на буфер з даними XML. Запускається цикл який послідовно шукає теги на одному рівні ієрархії. На початку циклу перевіряється чи міститься на початку тексту тег XML. Якщо так, то даний текст обробляється як тег, якщо ж ні, то даний текст обробляється як кінцеві дані що містяться в тегу що знаходиться на рівень вище. В першому випадку з тексту виділяється самий зовнішній тег і його вміст. Інформація про виділений тег і його атрибути розміщується в новоствореній структурі `DTag`:

```
typedef struct _DAttr DAttr;
struct _DAttr {
    wchar_t* name;
    int nlen;
    wchar_t* value;
    int vlen;
    int pos;
    DAttr* next;
};
typedef struct _DTag DTag;
struct _DTag {
    int type;
    unsigned sid;
    wchar_t* name;
    int nlen;
    wchar_t* value;
```

Серія математичне моделювання та інформаційні моделі, випуск 4, 2012

```
int vlen;
DAttr* attributes;
uint32_t pos;
uint32_t len;

DTag* parent;
DTag* body;
DTag* next;
wchar_t* source_xml;
};
typedef enum _DTagType {
    DT_Tag,
    DT_Value,
    DT_Attribute,
    DT_Cdata
} DTagType;
```

Тип даних позначається як `DT_Tag`.

Дана структура відноситься до списочних структур. Це означає що вона вказує на слідуючу структуру яка є такого самого типу [11;266].

Після запису інформації про тег в дану структуру, функція `dexml()` викликає сама себе (рекурсія), передаючи вміст останнього тегу, а результат її роботи записується в елемент структури `body` [10;310]. Після того як рекурентний виклик вернув дані, функція `dexml()` шукає кінець виділеного тега і зміщує вказівник початку буфера на дані що починаються відразу за кінцевим символом виділеного тега. Контроль вертається на початок цикла.

В кінці функція `dexml()` вертає вказівник на вже заповнену структуру `Dtag`.

Якщо на початку чикла функції `dexml()` виявлені прості дані, а не тег, то ці дані записуються в структуру `DTag` і тип даних позначається як `DT_Value`.

Крім самої функції парсингу XML даний модуль надає зручні користувацькі функції перебору і пошуку тегів по структурі DTag, яка містить всі розпарсені дані XML. До таких функцій відносяться: `tag_seek()` і `tag_next()`. Також в модулі є зручна функція перевірки тега `is_tag_name()`.

3.3 Комп'ютерна реалізація

Модуль парсингу XML був реалізований на мові програмування C в середовищі Linux з використанням компілятора GNU GCC, дебагера GDB, текстового редактора VIM. Модуль був протестований на XML-файлах розміром 300 MB. Тести показали коректність роботи модулі з вхідними даними різної складності. Крім того модуль визначається високою швидкістю роботи і малим об'ємом пам'яті що споживається під час парсингу.

Комп'ютерна реалізація складається із наступних файлів:

- `xml_utf8.c` - вихідний файл програми на мові C що реалізує парсер XML. Версія з підтримкою Юнікод (Додаток А).
- `xml_utf8.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить структури XML і об'явлення функцій модуля XML. Версія з підтримкою Юнікод (Додаток А).
- `Makefile` - вхідний файл програми `make` для автоматичного компілювання і збирання модуля програми (Додаток А).
- `config.mk` - файл що включається в `Makefile`. Містить загальні параметри для компілятора (Додаток А).
- `parse.c` - програма для тестування XML парсера

На даний час існують стабільні реалізації

парсерів XML і регулярних виразів, серед яких виділяються `libxml2` і `Expat`, `PCRE`. В `Libxml2` реалізований ряд існуючих стандартів, що відносяться для мов розмітки. Дана бібліотека характеризується високою якістю реалізації і підтримкою великої кількості стандартів що є частиною XML. До недоліків даної бібліотеки можна віднести лише її великий розмір що часто ставить під сумнів доцільність її використання для статичного лінування з невеликими програмами. `Expat` є менш потужною ніж `libxml2` що стосується підтримки стандартів XML, але при цьому вона має набагато менший розмір і більшу швидкість роботи.

Найбільш популярною для мови C бібліотекою регулярних виразів є `PCRE` - Perl Compatible Regular Expressions. Синтаксис регулярних виразів `PCRE` є значно потужнішим і гнучкішим ніж стандартних регулярних виразів POSIX. Бібліотека сумісна з великою кількістю C компіляторів і операційних систем. Багато людей розробили бібліотеки на основі `PCRE` щоб зробити її сумісною з іншими мовами програмування. Бібліотека `PCRE` підтримує лише пошук по регулярному виразу і цю роботу вона виконує досить добре.

Загальними перевагами даних бібліотек є їхня портативність, тобто можливість скомпілювати для різних операційних систем, і відкритість коду.

XML корисний для автоматизованих програмних засобів, що шукають у Web. Недосконалість HTML призвела до того, що мережа перетворилася в мішанину тексту, повну різноманітних елементів і тегів, часто використовуваних, що називається Pro Forma і нічого не значущих.

XML має величезний потенціал для удосконалення гіпертекста. Наприклад у HTML для

Серія математичне моделювання та інформаційні моделі, випуск 4, 2012
створення зв'язку використовується елемент A, XML же дозволяє створити не просто посилання, а наприклад, двонаправлений зв'язок.

Перспектива XML полягає в тому, що він буде використовуватися для опису інших мов розмітки, наприклад, JavaScript, що використовується в HTML-документах.

XML розроблений для того, щоб спростити і полегшити використання SGML, при цьому зберігши його великі можливості по створенню, поширенню і публікації Web-документів мережі. XML – підмножина SGML, причому любий дійсний документ XML є дійсним документом SGML. І, як і SGML, XML - це метамова, що визначає інші мови розмітки для специфічних цілей. Наприклад, мова синхронізованої інтеграції мультимедіа (Synchronized Multimedia Integration Language, SMIL) базується на XML.

XML дозволяє визначити формальний синтаксис мови, наприклад правила вкладки елементів. Семантику можна, звичайно, описувати на звичайній англійській мові.

XML використовується для розмітки стандартних документів багато в чому так само, як HTML. Проте XML перевершує його при роботі зі структурованими даними, такими, як результати запиту, метаінформація про вузол Web або елементи і типи схеми.

Регулярні вирази це основна мова пошуку текстової інформації в WEB. Особливо корисні регулярні вирази в програмах, написаних на скриптових (що інтерпретуються) мовах, наприклад, VBScript, JavaScript і Perl.

Найбільший розвиток регулярні вирази

Серія математичне моделювання та інформаційні моделі, випуск 4, 2012
отримали в Perl, де їх підтримка вбудована безпосередньо в інтерпретатор. У інших мовах, як правило, використовуються реалізуючі регулярні вирази доповнення і модулі сторонніх розробників.

Реалізації регулярних виразів розрізняються, проте в цілому вони дуже схожі один на одного, і, як правило, програміст, що одного дня освоїв використання регулярних виразів, надалі практично не зустрічає утруднень.

Синтаксис регулярних виразів до цих пір не повністю стандартизований. Існує POSIX-версія регулярних виразів, що повністю описує стандарт синтаксису для POSIX. Але версія Perl ширша і більш гнучка, чим і пояснюється її широка поширеність.

Бібліотека парсингу XML і регулярних виразів була написана на мові C в середовищі Linux. Дана бібліотека складається з двох модулів. Перший модуль реалізує рекурсивну функцію парсингу XML. Дана функція вертає просту програмну структуру DTag що містить XML дані. В дальшому все що залишається програмісту зробити так це виконати обхід даної структури для розбору XML документа. Операція обходу структури DTag є набагато простішою в порівнянні з парсингом оригінального XML документу.

Модуль регулярного виразу також побудований з використанням рекурсивного алгоритму. Даний модуль реалізує функцію regTest_r, яка отримує два параметри: текст, в якому здійснюється пошук, і регулярний вираз, що також є текстовою стрічкою. Даний алгоритм вирізняється високою гнучкістю в сенсі можливості його розширення для підтримки ширшого набору мета-символів регулярних виразів Perl. Даний модуль був протестований з різними

Розділ IV. Програмна реалізація модуля регулярних виразів

4.1 Програмна модель

Алгоритм парсингу регулярного виразу є рекурсивним. Рекурсивність алгоритму походить від рекурсивної природи самих регулярних виразів, як і більшості інших комп'ютерних мов. Основою реалізації є функція `regTest_r`. Дана функція отримує 2 параметра: текст, в якому здійснюється пошук, і регулярний вираз, по якому текст сканується. Кожен символ регулярного виразу перевіряється на спеціальний символ. Якщо зустрічається спеціальний символ що вказує на множину можливих послідовностей символів, функція рекурсивно викликає саму себе, зменшуючи діапазон тексту пошуку, доти поки якийсь з викликів не верне позитивний результат, що означає що дана частина тексту збігається з даним регулярним виразом, або текст пошуку не співпадатиме з даним піддіапазоном регулярного виразу. В першому випадку функція закінчує роботу і вертає позитивний результат, інакше вертає результат `False`.

Дана функція є дуже швидкою і її легко розширити для підтримки різних синтаксичних конструкцій регулярних виразів мови Perl.

4.2 Комп'ютерна реалізація

Модуль парсингу регулярних виразів був реалізований на мові програмування C в середовищі Linux з використанням компілятора GNU GCC, дебагера GDB, текстового редактора VIM.

Комп'ютерна реалізація складається із слідуючих файлів:

- `regexr_utf8.c` - вихідний файл програми на мові C що реалізує парсер регулярних виразів. Версія з підтримкою Юнікод (Додаток Б).
- `regexr_utf8.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить об'явлення функцій модуля регулярних виразів. Версія з підтримкою Юнікод (Додаток Б).
- `Makefile` - вхідний файл програми `make` для автоматичного компілювання і збирання модуля програми (Додаток Б).
- `config.mk` - файл що включається в `Makefile`. Містить загальні параметри для компілятора (Додаток Б).
- `demo.c` - програма для тестування парсера регулярних виразів.
- **Розділ V. Реалізація повнофункціональної прикладної програми з використанням розроблених модулів парсингу XML і регулярних виразів**

5.1 Опис програмного продукту

Для демонстрації практичного застосування модулів парсингу XML і регулярних виразів, а також з метою прикладного застосування, був розроблений програмний продукт — клієнт баз даних `XDClient`. Дана програма розроблена для реалізації слідуючих задач: пошук інформації в базах даних що зберігаються в форматі XML.

Одним із форматів баз даних є `XDXF`. Це спеціалізований формат вищого рівня що базується на форматі XML. Формат `XDXF` розроблений спеціально для зберігання баз даних словників та енциклопедій.

Для `XDClient` версії 1.0 передбачена повна підтримка баз даних в форматі `XDXF`, тобто програма зможе

здійснювати повноцінний пошук і виведення інформації з будь-яких баз даних що зберігаються в форматі XDXF. На момент написання даної дисертації XDCClient мав версію 0.8. Дана версія повністю вміє читати бази даних XDXF, здійснювати пошук і виведення інформації.

Особливістю даної програми є її здатність виконувати пошук потрібних даних дуже швидко. Для прикладу, при наявності 123 баз даних загальним об'ємом 570 MB, пошук даних триває в середньому 1с. Така безпрецедентна швидкість пошуку була досягнута завдяки двом ключовим технологіям: індексація і бінарний пошук [11;210]. Опис технологій індексації і бінарного пошуку, а також опис реалізації даних технологій в XDCClient, виходить за рамки теми даної дисертації. Опис програмної реалізації XDCClient також виходить за рамки теми даної дисертації (дивіться Додаток В).

5.2

Комп'ютерна реалізація

Програма XDCClient була реалізована на мові програмування C в середовищі Linux з використанням компілятора GNU GCC, дебагера GDB, текстового редактора VIM. В подальшому вона була портована на Windows.

Комп'ютерна реалізація складається із наступних файлів:

- `xdc.c` - вихідний файл програми на мові C що містить точку входу і головні контрольні процедури (Додаток В).
- `xdc.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить об'явлення внутрішніх функцій і типів XDCClient (Додаток В).
- `xdxf.c` - вихідний файл програми на мові C що містить модуль парсингу баз даних XDXF (Додаток В).

- `xdxf.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить об'явлення функцій і типів модуля парсингу XDXF (Додаток В).
- `index.c` - вихідний файл програми на мові C що містить модуль індексації даних (Додаток В).
- `index.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить об'явлення функцій і типів модуля індексації даних (Додаток В).
- `utf8.c` - вихідний файл програми на мові C що містить спеціалізовані функції для роботи з даними UNICODE в форматах UTF-8 і Wide Char (Додаток В).
- `utf8.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить об'явлення спеціалізованих функцій і типів (Додаток В).
- `file.c` - вихідний файл програми на мові C що містить спеціалізовані функції роботи з файлами і каталогами файлової системи (Додаток В).
- `file.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить об'явлення спеціалізованих функцій і типів (Додаток В).
- `config.h` - вихідний заголовочний файл мови C що містить об'явлення глобальних константних даних і конфігураційних параметрів (Додаток В).
- `Makefile` - вхідний файл програми `make` для автоматичного компілювання і збирання модуля програми (Додаток В).
- `config.mk` - файл що включається в `Makefile`. Містить загальні параметри для компілятора (Додаток В).

Висновки

На даний час існують стабільні реалізації парсерів XML і регулярних виразів, серед яких виділяються libxml2 і Expat, PCRE. В Libxml2 реалізований ряд існуючих стандартів, що відносяться до мов розмітки. Дана бібліотека характеризується високою якістю реалізації і підтримкою великої кількості стандартів, що є частиною XML. До недоліків даної бібліотеки можна віднести лише її великий розмір, що часто ставить під сумнів доцільність її використання для статичного лінування з невеликими програмами. Expat є менш потужною, ніж libxml2, що стосується підтримки стандартів XML, але при цьому вона має набагато менший розмір і більшу швидкість роботи.

Найбільш популярною для мови C бібліотекою регулярних виразів є PCRE - Perl Compatible Regular Expressions. Синтаксис регулярних виразів PCRE є значно потужнішим і гнучкішим, ніж стандартних регулярних виразів POSIX. Бібліотека сумісна з великою кількістю C компіляторів і операційних систем. Багато людей розробили бібліотеки на основі PCRE, щоб зробити її сумісною з іншими мовами програмування. Бібліотека PCRE підтримує лише пошук по регулярному виразу, і цю роботу вона виконує досить добре.

Загальними перевагами даних бібліотек є їхня портатбельність, тобто можливість скомпілювати для різних операційних систем, і відкритість коду.

XML корисний для автоматизованих програмних засобів, що шукають у Web. Недосконалість HTML призвела до того, що мережа перетворилася в мішанину тексту, повну різноманітних елементів і тегів, часто використовуваних, що називається Pro Forma і нічого не значущих.

XML має величезний потенціал для удосконалення гіпертекста. Наприклад, у HTML для створення зв'язку використовується елемент A, XML же дозволяє створити не просто посилання, а, наприклад, двонаправлений зв'язок.

Перспектива XML полягає в тому, що він буде використовуватися для опису інших мов розмітки, наприклад, JavaScript, що використовується в HTML-документах.

XML розроблений для того, щоб спростити і полегшити використання SGML, при цьому зберігши його великі можливості по створенню, поширенню і публікації Web-документів мережі. XML – підмножина SGML, причому будь-який дійсний документ XML є дійсним документом SGML. І, як і SGML, XML – це метамова, що визначає інші мови розмітки для специфічних цілей. Наприклад, мова синхронізованої інтеграції мультимедіа (Synchronized Multimedia Integration Language, SMIL) базується на XML.

XML дозволяє визначити формальний синтаксис мови, наприклад, правила вкладки елементів. Семантику можна, звичайно, описувати на звичайній англійській мові.

XML використовується для розмітки стандартних документів багато в чому так само, як HTML. Проте XML перевершує його при роботі зі структурованими даними, такими, як результати запиту, метадані про вузол Web або елементи і типи схеми.

Регулярні вирази – це основна мова пошуку текстової інформації в WEB. Особливо корисні регулярні вирази в програмах, написаних на скриптових (що інтерпретуються) мовах, наприклад, VBScript, JavaScript і Perl.

Найбільший розвиток регулярні вирази отримали в Perl, де їх підтримка вбудована безпосередньо в інтерпретатор. У інших мовах, як правило, використовуються реалізуючі регулярні вирази доповнення і модулі сторонніх розробників.

Реалізації регулярних виразів розрізняються, проте в цілому вони дуже схожі один на одного, і, як правило, програміст, що одного дня освоїв використання регулярних виразів, надалі практично не зустрічає утруднень.

Синтаксис регулярних виразів до цих пір не повністю стандартизований. Існує POSIX-версія регулярних виразів, що повністю описує стандарт синтаксису для POSIX. Але версія Perl ширша і більш гнучка, чим і пояснюється її широка поширеність.

Бібліотека парсингу XML і регулярних виразів була написана на мові C в середовищі Linux. Дана бібліотека складається з двох модулів. Перший модуль реалізує рекурсивну функцію парсингу XML. Дана функція вертає просту програмну структуру DTag що містить XML дані. В дальшому все що залишається програмісту зробити так це виконати обхід даної структури для розбору XML документа. Операція обходу структури DTag є набагато простішою в порівнянні з парсингом оригінального XML документу.

Модуль регулярного виразу також побудований з використанням рекурсивного алгоритму. Даний модуль реалізує функцію `regTest_r`, яка отримує два параметри: текст, в якому здійснюється пошук, і регулярний вираз, що також є текстовою стрічкою. Даний алгоритм вирізняється високою гнучкістю в сенсі можливості його розширення для підтримки ширшого набору мета-символів регулярних

виразів Perl. Даний модуль був протестований з різними вхідними даними різної складності і довів правильність і ефективність своєї роботи.

Перелік використаної літератури та джерел

1. Хантер Д., Рафтер Д. и др. XML. Базовый курс. - М.: Вильямс, 2009. - 1344 с. - ISBN 978-5-8459-1533-7
2. Сергеев А.П. HTML и XML. Профессиональная работа. - М.: «Диалектика», 2004.
3. Технічна рекомендація XML 1.0. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition). W3C Recommendation 04 February 2004
4. Erik T.R. Learning XML, 2nd Edition. O'Reilly. 2003. Pages: 416. ISBN: 0-596-00420-6.
5. Benoît M. XML by Example. 2000. Que. ISBN: 0-7897-2242-9
6. Фридл Д. Регулярные выражения. - СПб.: «Питер», 2001. - 352 с. ISBN 5-318-00056-8
7. Смит Б. Методы и алгоритмы вычислений на строках. - М.: «Вильямс», 2006. - 496 с. ISBN 0-201-39839-7
8. Форта Б. Освой самостоятельно регулярные выражения. 10 минут на урок. - М.: «Вильямс», 2005. - 184 с. - ISBN 5-8459-0713-6
9. Керниган Б., Пайк Р. Практика программирования.: Пер. с англ. - М.: Вильямс, 2004 г. 288 с. ISBN 5-8459-0679-2 (рус.)
10. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования Си. Пер. с англ., 3-е изд., испр. - СПб.: «Невский Диалект», 2001. - 352 с. ISBN 5-7940-0045-7

11. Хэзфилд Р., Кирби Л. И др. Искусство программирования на С. Фундаментальные алгоритмы, структуры данных и примеры приложений. Издательство "ДиаСофт", 2001. ISBN: 966-7393-82-8.

12. Ахо А.В., Хопкрофт Д.Э., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы.: Пер. с англ. : Уч. пос. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. - 384 с. ISBN 5-8459-0122-7 (рус.)

13. Митчелл М., Оулдем Д., Самьюэл А. Программирование для Linux. Профессиональный подход.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. - 288 с.
ISBN 5-8459-0243-6 (рус.)

14. Реймонд Э.С. Искусство программирования для UNIX.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. - 544 с. ISBN 5-8459-0791-8 (рус.)

15. Уолл Р., Кристиансен Т., Орвант Д. Программирование на Perl. - Пер. с англ. - СПб: Символ-Плюс, 2002. - 1152 с. ISBN 5-93286-020-0

16. "Regular Expressions", The Single UNIX Specification, Version 2, The Open Group, 1997

17. Cox R. Implementing Regular Expressions. www.swtch.com/~rsc/regexp.

18. Friedl J. Mastering Regular Expressions. O'Reilly. ISBN 0-596-00289-0.

19. Hopcroft J. E., Motwani R., Ullman J. D. (2000). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (2nd ed.). Addison-Wesley. ISBN-10: 0201441241

20. Документація по XML на сайті IBM. <http://www-128.ibm.com/developerworks/ru/xml/>.

21. Офіційна документація по libxml2 на сайті проекту. <http://xmlsoft.org/>.

22. Офіційна документація по Expat на сайті проекту. <http://expat.sourceforge.net/>.

23. Офіційна документація по PCRE на сайті проекту. <http://www.pcre.org/>.

24. Офіційна документація по GNU C Library на сайті проекту. <http://www.gnu.org/software/libc>.

25. Чернявський О.І. Розробка модуля функцій парсингу XML і регулярних виразів як важливої технологічної складової АРМ в автосервісі (на прикладі ТОВ «Да Тех Рівне»). Автореферат магістерської дисертації на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2012.- 28 с. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1613>

26. Чернявський О.І. Розробка модуля функцій парсингу XML і регулярних виразів як важливої технологічної складової АРМ в автосервісі (на прикладі ТОВ «Да Тех Рівне»). Дисертація на здобуття академічного ступеня магістра з інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.- 163 с. <http://enpuir.npu.edu.ua:8080/123456789/569>

27. Чернявський О.І. Розробка модуля функцій парсингу XML і регулярних виразів як важливої технологічної складової АРМ в автосервісі (на прикладі ТОВ «Да Тех Рівне»). Монографія. Науковий керівник Р.М.Літнарівч. МЕНУ, Рівне, 2011.-163 с. <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/25216>

Застосування імітаційних методів моделювання при вивченні курсу «Математичне моделювання та системний підхід до вивчення складних природних та соціальних явищ»

E-mail: as_shem@i.ua

Анотація. В роботі досліджується суть імітаційних методів моделювання в курсі дисципліни "Математичне моделювання та системний підхід до вивчення складних природних та соціальних явищ" та наводиться приклад застосування математичної моделі і її дослідження методом статистичних випробувань Монте Карло.

Мета дослідження: Показати роль імітаційних методів моделювання при вивченні курсу "Математичне моделювання" на прикладі розв'язання прикладної задачі.

Актуальність дослідження: В необхідності оптимізувати навчальний процес МЕНУ, активізувати пізнавальний інтерес студентів до вивчення теми "Математичне моделювання", показати його актуальність та важливість у вивченні складних природних та соціальних явищ" з метою засвоєння базової дисципліни.

Наукова новизна дослідження: В розробці методики застосування імітаційного моделювання для експериментальних досліджень.

У роботі описуються особливості математичного моделювання, класифікація моделей та етапи створення цих моделей, теоретичні основи імітаційного моделювання та метод статистичних випробувань, як один з методів імітаційного моделювання. В другому розділі описуються випадкові числа, способи їх отримання та генератори випадкових чисел.

У наступних розділах показано приклад застосування імітаційних методів моделювання для актуальних задач сьогодення (представлення істинної моделі залежності впливу ціни товару на попит на нього).

Економіко-математичне моделювання є невід'ємною частиною досліджень в галузі економіки. Бурхливий розвиток математичного аналізу, дослідження операцій, теорії ймовірності і математичної статистики лише сприяло формуванню різного роду економічних моделей. Економічні об'єкти різного рівня (враховуючи рівень найпростішого підприємства і закінчуючи макrorівнем – економікою країни чи навіть світовою економікою) можна розглядати з позиції системного підходу. Характеристики поведінки економічних систем (мінливість, суперечність, динаміка) передбачають конкретний вибір метода їх досліджень.

За допомогою математичного моделювання вдається вирішувати складні економічні задачі (наприклад – автоматизація контролю за функціонуванням складних економічних об'єктів).

По мірі розвитку економіко-математичного моделювання його окремі етапи відокремлюються в спеціалізовані галузі досліджень, посилюється різниця між теоретико-аналітичними і прикладними моделями, відбувається диференціація моделей за рівнями. Теорія математичного аналізу моделей розвинулась в окрему гілку сучасної математики – математичну економіку. Цінність подібних моделей для економічної теорії та практики заключається в тому, що вони слугують теоретичною базою для моделей прикладного типу.

Математичні методи дозволяють упорядкувати систему економічної інформації, виявляти недоліки в даній інформації і виробляти базу для підготовки нової інформації та її корегування. Розробка і застосування економіко-математичних моделей вказує шляхи удосконалення економічної інформації, що орієнтована на вирішення конкретної системи завдань

планування і управління. Прогрес в інформаційному забезпеченні планування і управління спирається на технічні і програмні основи інформатики.

Формалізація економічних задач і застосування ЕОМ багаторазово прискорюють типові, масові розрахунки, підвищують точність і знижують людські затрати часу, дозволяють проводити багаторівневі економічні обґрунтування складних підприємств. А також, завдяки застосуванню методу моделювання значно посилюється можливість конкретного кількісного аналізу.

Модель (від лат. modulus – міра, зразок, норма) – це об'єкт-замінник, створений з метою відтворення при певних умовах суттєвих властивостей об'єкта-оригіналу. Модель може бути представлена фізичним об'єктом, подібним до оригіналу, або описом об'єкта у вигляді математичних формул, тексту, комп'ютерної програми.

Метою моделювання є здобуття, обробка, представлення і використання інформації про об'єкти, які взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем; а модель тут виступає як засіб пізнання властивостей і закономірностей поведінки об'єкту. Основним призначенням моделі в задачах управління є прогноз реакції об'єкту на керуючі впливи. Крім того, моделі використовуються для дослідження об'єкта, аналізу його чутливості.

Моделювання (Modeling) включає створення, дослідження та використання моделей об'єктів.

Імітаційне моделювання — це окремий випадок математичного моделювання. Існує клас об'єктів, для яких з різних причин не розроблені аналітичні моделі або не розроблені методи розв'язування задач про такі моделі. В цьому випадку математична модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю.

Імітаційна модель — (у вузькому значенні) логіко-математичний опис об'єкта, який може бути використаний для

експериментування на комп'ютері в цілях проектування, аналізу і оцінки функціонування об'єкта.

Імітація як метод розв'язування нетривіальних задач отримала початковий розвиток у зв'язку із створенням ЕОМ в 1950х — 1960х роках.

Можна виділити наступні різновиди імітації:

- метод Монте-Карло (метод статистичних випробувань);
- метод імітаційного моделювання (статистичне моделювання).
- імітаційне ігрове моделювання
- агентне моделювання
- метод дискретного моделювання
- системна динаміка

Одним з найбільш універсальних видів моделювання є математичне. Воно ставить у відповідність модельованому фізичному процесу систему математичних співвідношень, вирішення якої дозволяє отримати відповідь на питання про поведінку об'єкту без створення фізичної моделі, яка часто є дорогою і малоєфективною.

Одним з імітаційних методів є метод Монте-Карло. Цей метод дозволяє моделювати будь-який процес, на протікання якого впливають випадкові чинники.

Нижче подано приклад опису побудови та дослідження за результатами фактичних даних економіко-математичної моделі залежності попиту на товар від його ціни методом статистичних випробувань Монте-Карло.

Представимо істинну модель. За результатами строгого зрівноваження отримана емпірична формула залежності впливу ціни товару X і попиту на нього Y :

$$y = -4,717425 x^3 + 33,731505 x^2 - 85,78331 x + 88,244437$$

Вихідні дані істинної моделі наведені в таблиці 1

Таблиця 1. Вихідні дані істинної моделі

x	1,6	2	2,1	2,3	2,5	2,8	2,9	3	3,1	3,3
y	18,02	13,86	13,16	11,98	10,89	8,94	8,10	7,10	5,93	2,96

	1	4	7	6	8	9	1	8	9	5
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Щоб побудувати ймовірнішу модель генеруємо істинні похибки за допомогою генератора випадкових чисел, використаємо при цьому вбудований ГВЧ табличного редактора MS Excel. Генерування здійснимо функцією СЛЧИС(). Оскільки ГВЧ генерує рівномірно розподілені випадкові числа, то підпорядкуємо їх нормальному закону розподілу. Згідно з центральною граничною теоремою теорії ймовірностей унаслідок додавання досить великої кількості однаково розподілених незалежних випадкових величин отримуємо випадкову величину, яка має нормальний закон розподілу. Як показали дослідження, вже внаслідок складання більш ніж десяти випадкових незалежних величин з рівномірним розподілом в інтервалі (0; 1) отримуємо випадкову величину, котру з точністю, достатньою для більшості практичних задач, можна вважати розподіленою згідно з нормальним законом.

Приведемо методику розрахунку випадкових чисел, які приймемо в подальшому, як істинні похибки для побудови спотвореної моделі: отримавши ряд випадкових (а точніше псевдовипадкових) чисел ξ_{cp} , розрахуємо середнє арифметичне генерованих псевдовипадкових чисел ξ_{cp} , розрахуємо попередні значення істинних похибок Δ'_i , знайдемо середню квадратичну похибку попередніх значень істинних похибок, знайдемо істинні похибки. Заключним контролем служить розрахунок середньої квадратичної похибки m_Δ генерованих істинних похибок Δ . Генеровані нами похибки, розрахунок попередніх значень істинних похибок, самі істинні похибки представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Генерування псевдовипадкових чисел і розрахунок істинних похибок

№	ξ_i	ξ_{cp}	$\Delta'_i = \xi_i + \xi_{cp}$	Δ_i^2	$\Delta_i = \Delta'_i * K$	Δ_i^2
---	---------	------------	--------------------------------	--------------	----------------------------	--------------

1	0,35 5	0,55 9	- 0,20458243	0,0418 5	- 0,071203	0,0050698 0
2	0,97 6	0,55 9	0,41684505 9	0,1737 6	0,145	0,0210476 4
3	0,09 2	0,55 9	- 0,46741578	0,2184 8	- 0,162679	0,0264643 2
4	0,47 6	0,55 9	- 0,08265727	0,0068 3	-0,029	0,0008275 9
5	0,28 6	0,55 9	- 0,27298406	0,0745 2	- 0,095009	0,0090266 9
6	0,94 0	0,55 9	0,38046664 7	0,1447 5	0,132	0,0175342 5
7	0,86 3	0,55 9	0,30364044	0,0922 0	0,105678 5	0,0111679 4
8	0,32 1	0,55 9	- 0,23767616	0,0564 9	-0,083	0,0068426 6
9	0,68 1	0,55 9	0,12193797 5	0,0148 7	0,042439 1	0,0018010 8
10	0,60 2	0,55 9	0,04242557 1	0,0018 0	0,014765 7	0,0002180 3
Σ	5,59 1		1,11E-15	0,8255 5	4,0E-16	0,1000000 0

Подальшим кроком буде побудова спотвореної моделі. На цьому етапі визначимо $x_{спотворене}$ за формулою

$$x_{спотв.} = x_{ист.} + \Delta_i \quad (1)$$

Побудуємо математичну модель. Отже у результаті проведеного експерименту ми маємо ряд результатів x_i , y_i функціональну залежність між якими будемо шукати за допомогою поліному третього степеня. Система нормальних рівнянь для поліному третього порядку виду

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (2)$$

буде

$$\begin{aligned}
 a[x^6] + b[x^5] + c[x^4] + d[x^3] - [x^3 y] &= 0, \\
 a[x^5] + b[x^4] + c[x^3] + d[x^2] - [x^2 y] &= 0, \\
 a[x^4] + b[x^3] + c[x^2] + d[x] - [xy] &= 0, \\
 a[x^3] + b[x^2] + c[x] + d - [y] &= 0.
 \end{aligned} \quad (3)$$

Встановимо коефіцієнти a, b, c, d системи (3). Для цього по даним спотвореної моделі виконаємо строге зрівноваження методом найменших квадратів.

Таблиця 4. Розрахунок коефіцієнтів нормальних рівнянь.

№	$X_{\text{спотв.}}$	X^0	X^2	X^3	X^4
1	1,529	1	2,337	3,57313872	5,463
2	2,145	1	4,601	9,87027580	21,173
3	1,937	1	3,753	7,27118242	14,087
4	2,271	1	5,158	11,7161401	26,610
5	2,405	1	5,784	13,9104257	33,454
6	2,932	1	8,599	25,2160563	73,944
7	3,006	1	9,034	27,1536098	81,615
8	2,917	1	8,511	24,8275671	72,429
9	3,142	1	9,875	31,0313452	97,514
10	3,315	1	10,988	36,4215578	120,729
Σ	25,600	10	68,641	190,991299	547,017

Продовження таблиці 4.

№	X^5	X^6	XY	X^2Y	X^3Y
1	8,351	12,767	27,55046	42,11907	64,39153
2	45,417	97,422	29,73936	63,79325	136,8415
3	27,290	52,870	25,50871	49,41857	95,73966
4	60,438	137,268	27,22299	61,82972	140,4297
5	80,458	193,500	26,20959	63,03384	151,5958
6	216,835	635,849	26,2422	76,95307	225,6585
7	245,309	737,319	24,349	73,18527	219,9714
8	211,296	616,408	20,73602	60,49278	176,4743
9	306,432	962,944	18,66295	58,64717	184,2952
10	400,188	1326,530	9,82828	32,57845	107,9899

Σ	1602,012	4772,878	236,050	582,051	1503,387
----------	----------	----------	---------	---------	----------

Таким чином, на основі проведених розрахунків нами отримана наступна система нормальних рівнянь:

$$\begin{aligned}
 4772,878a + 1602,012b + 547,017c + 190,991299d - 1503,387 &= 0, \\
 1602,012a + 547,017b + 190,991299c + 68,641d - 582,051 &= 0, \\
 547,017a + 190,991299b + 68,641c + 25,6d - 236,050 &= 0, \\
 190,991299a + 68,641b + 25,6c + 10d - 100,998 &= 0.
 \end{aligned} \quad (4)$$

Розв'язавши систему (4) способом Крамера отримали наступні значення коефіцієнтів: $a = -4,8830161$, $b = 34,402752$, $c = -85,127108$, $d = 85,144132$.

Таким чином, на основі проведених досліджень, математична модель впливу залежності ціни товару x_i на попит y_i виражається формулою

$$y = -4,8830161 x^3 + 34,402752 x^2 - 85,127108 x + 85,144132 \quad (5)$$

Підставляючи отримані значення коефіцієнтів a, b, c, d у формулу (4) проведемо контроль зрівноваження, отримаємо наступні результати (таблиця 5).

Таблиця 5. Коефіцієнти нормальних рівнянь і контроль зрівноваження.

	Σx^3	Σx^2	Σx	Σx^0	Σy	Контроль
Σx^3	4772,878	1602,012	547,017	190,991	1503,387	1503,387
Σx^2	1602,012	547,017	190,991	68,641	582,051	582,051
Σx	547,017	190,991	68,641	25,6	236,050	236,050
Σx^0	190,991	68,641	25,6	10	100,998	100,998
	-4,8830161	34,402752	-85,127108	85,144132		

	a	b	c	d		
--	-----	-----	-----	-----	--	--

Зробимо оцінку точності параметрів отриманих із рішення системи нормальних рівнянь. Для цього вирахуємо середні квадратичні похибки x_1, x_2, x_3, x_4 , які розраховуються за формулою:

$$m_{x_i} = m \sqrt{\frac{A_i}{A}}, \quad \text{де } (i=1,2,3,4) \quad (6)$$

Середня квадратична похибка визначення коефіцієнта a

$$m_a = m \sqrt{\frac{I}{P_a}} = 2,007743$$

Середня квадратична похибка визначення коефіцієнта b

$$m_b = m \sqrt{\frac{I}{P_b}} = 14,4591$$

Середня квадратична похибка визначення коефіцієнта c

$$m_c = m \sqrt{\frac{I}{P_c}} = 33,77251$$

Середня квадратична похибка визначення коефіцієнта d

$$m_d = m \sqrt{\frac{I}{P_d}} = 25,54547.$$

Встановимо статистичну значущість коефіцієнтів моделі. Вона рівна відношенню значень коефіцієнтів a, b, c, d до значень середніх квадратичних похибок цих коефіцієнтів. Отже, статистична значущість коефіцієнта a рівна $-2,43209$, коефіцієнта b рівна $2,37931468$, коефіцієнта c рівна $-2,5206$, коефіцієнта d рівна $3,333042$. Встановимо значущість цих коефіцієнтів на рівні 95% t – розподілу Стюдента.

$t(a)=2,43209 < 2,446912$; (знак мінус до уваги не приймається).

$t(b)=2,37931468 < 2,446912$;

$t(c)=2,5206 > 2,446912$;

$t(d)=3,333042 > 2,4469136$.

Таким чином, встановлені нами в даній дипломній роботі коефіцієнти c та d статистично значимі на рівні 95% t – розподілу Стюдента. Коефіцієнти a та b статистично незначимі. Це і буде однією із характеристик адекватності побудованої нами математичної моделі емпіричним даним результатів експерименту.

Провівши ряд обчислень та перетворень отримаємо середні квадратичні похибки зрівноваженої функції m_φ :

m_φ
0,877361
0,490781
0,540109
0,454929
0,441342
0,470461
0,439174
0,476243
0,436672
0,813586

Багатовимірний коефіцієнт детермінації, обчислений для регресійної моделі, свідчить про істотність зв'язку між результативною ознакою y і факторною x .

Висновки. В даній роботі доведена важливість імітаційних методів моделювання при вивченні курсу "Математичне моделювання", на прикладі розв'язання прикладної задачі розроблена методика підготовки істинних похибок наперед заданої точності. Дана робота відкриває дорогу для проведення досліджень методом статистичних випробувань Монте Карло.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Вітлінський В.В.. Моделювання економіки: Навч.посібник.- КНЕУ, 2003.-408с.
2. Данко П.Е., А.Г.Попов. Высшая математика в упражнениях и задачах. Ч.2. Изд.2-е. Учеб.пособие для втузов. М., Высшая школа», 1974.-464с.
3. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування. Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2001. — 170 с.
4. Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным.- М.: Радио и связь, 1987.
5. Кнут Дональд. Искусство программирования, том 2. Получисленные методы = The Art of Computer Programming, vol.2. Seminumerical Algorithms. — 3-е изд. — М.: «Вильямс», 2007. С. 832
6. Кудрявцев В.А., Б.П.Демидович. Кратный курс высшей математики: Учебное пособие для вузов.-7-е изд., испр.- М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1989.-656с.
7. Літнарівич Р.М.. Основи наукових досліджень. Частина 1. Курс лекцій. МЕНУ, 2008.-75с.
8. Літнарівич Р.М.. Алгебра матриць. Курс лекцій. МЕНУ,Рівне, 2007.-109 с.
9. Літнарівич Р.М.. Конструювання і дослідження математичних моделей. Множинний аналіз.Частина 1. МЕНУ, Рівне, 2009.-127 с.
10. Літнарівич Р.М.. Конструювання і дослідження математичних моделей. Поліноміальна апроксимація. Частина 2. МЕНУ, Рівне, 2009.-36 с.
11. Літнарівич Р.М. Конструювання і дослідження математичних моделей. Онтодидактика поліноміальної апроксимації. Частина 3. МЕНУ, Рівне, 2009.-32 с.
12. Літнарівич Р.М., Лотюк Ю.Г. Комп'ютерне моделювання. Навчально-методичний посібник. Книга 1. МЕНУ,Рівне, 2010,127 с.
13. Микитюк П.П. Інноваційний менеджмент: Навчальний посібник. — Тернопіль: Економічна думка, 2006. — 295 с.

14. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр. — М.: КомКнига, 2007. 192 с
15. Самарський А.А., А.П. Михайлов. Математичне моделювання. — М. ФИЗМАТЛИТ 2002
16. Ситник В.Ф., Н.С.Орленко. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост.вивч.дисц.-К.:КНЕУ, 1999.-208с.
17. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. - М.:Физматлит, 2001
18. <http://www.piter-press.ru>
19. <http://www.riskglossary.com.monte-karlo>
20. <http://www.devoid.com.ua/>
21. <http://uk.wikipedia.org/>
22. Шемейко А.С. Застосування імітаційних методів моделювання при вивченні курсу «Математичне моделювання та системний підхід до вивчення складних природних та соціальних явищ». Автореферат дисертації магістра інформатики. Науковий керівник Р.М.Літнарівич. Рівне, МЕНУ, 2012. -27 с. <http://enpuir.npu.edu.ua:8080/handle/123456789/2015>

оцінок УДК 519.876.5

Шоваг В.В., Джуль Й.В.

Еволюція поглядів на постулати класичної теорії оцінок*1.1. Уявлення класичної математики*

Еволюція вищезазначених поглядів обумовлена в першу чергу еволюцією математики. Розглянемо більш детально як це відбувалось.

Ми пізнаємо реальний світ органами відчуття. Вони – це досконалі системи, що багато дають нам про реальний світ. Та наші органи відчуття є досить грубими, а Декарт, може з надмірною різкістю назвав відчуття обманом. Правда, досконалі прилади, наприклад, телескоп істотно розширюють границі доступного нам, та лише в певних межах.

Значно більше явищ реального світу недоступні нашим органам відчуття. Ми не бачимо електричного поля, магнітних бур чи γ -променів. Тому в XVIII ст. Б. Паскаль гірко нарікав на безпорадність людини. Нині створений людиною могутній засіб пізнання – математика дозволяє пізнавати таке, чого ніколи не можна було б досягнути за допомогою органів відчуття. В 1900 р. на II Міжнародному конгресі математиків, один із найвеличніших представників математичної науки Д. Гільберт заявив [19, с. 69]: «Математика основа всього точного природознавства». Юджин Вигнер висловився про «непостижиму ефективність математики в природничих науках» - що стало найбільшим чудом нашої цивілізації. Саме математика дозволила отримати найважливіші знання,

якими ми зараз володіємо. Та і інші науки не що інше, як набір математичних теорій, скупі приправлені фізичними фактами. В будь-якій із наук є рівно стільки науки, скільки є в ній математики (Кант).

Мова математики складається із символів тих відчуттів, які ми сприймаємо. Трикутник – це не що інше як ідея (образи) усіх трикутників, що ми їх бачили. Знання виникає, коли наша свідомість бачить закономірності в цих образах. Саме бажання відкрити ці закономірності породжує математику. Тому Томас Габс стверджував, що лише математика веде до істини. Джон Лок (1632-1704) писав, що математичне пізнання універсальне, абсолютне, достовірне і значиме, хоча і оснований на ідеях. Чи можна заперечити такому підходу? Так! І першим висунув свої заперечення єпископ Джордж Берклі (1685-1753), який розгледів у призначенні першорядного значення математики загрозу релігії і таким поняттям як, Бог і душа. Він стверджував, що наші відчуття суб'єктивні. Ідеї існують не в більшій мірі ніж іскри, які сиплються з очей, якщо сильно вдарити по голові [13, с. 20]. До цих іскор можна додати, що сучасна наука не перетворювалась би так швидко в корабель дурнів, якби вчасно людство прислухалось би до висновків єпископа Берклі. Бог став представлятися людям не як втілення Любові і Благодаті, а лише як чистий математик, і великий архітектор Всесвіту.

Суть того, у що вірили засновники сучасної математики, зводилось до наступного: природа має скриті закономірності, які відображаються у нашому розумі у вигляді математичних законів. Про це пише в своїй роботі «Прагматизм» (1907) Уільям Джеймс, і цим найкраще засвідчує умонастрої математиків того часу: «Коли були

відкриті за допомогою математики перші фізичні закономірності, перші закони, ясність і краса яких настільки захопили людей, що вони повірили в те, що їм вдалось достеменно розшифрувати вічні думки Всемогучого. Бог думав конічними січеннями, квадратами, накреслив закони Кеплера, закон синусів, по якому світло рухається падаючи на скло. » Незмінна погодженість між математичними передбаченнями і результатами спостережень свідчила про досконалість відкритих законів. Бог був відтиснутий на задній план і вся увага зосередилась на математичних законах, що царюють у Всесвіті. Кеплерівське захоплення Божим планом творіння поступово замінилось бажанням отримати чисто математичні результати. Витіснення Бога із математичного дослідження природи йшло постійно, приймаючи різні форми аж до агресивного атеїзму. Закони природи стали бачити як закони математичні. Математики з головою занурились в пошуки математичних законів природи не сумніваючись, що саме їм випало на долю відкривати ті самі основні принципи, які раніше приписувались Богу.

До кінця XVIII ст. математика являла собою могутнє двотисячолітнє дерево з потужними коренями і гілками. Це дерево височіло над іншими областями знань. Ніхто не сумнівався у вічності цього дерева. Впевненість в тому, що закони природи основуються на математичних принципах була твердою як ніколи.

Першою ластівкою, яка заставила думати, що в такому підході є хибність, стали атомні експерименти. Геніальний німецький фізик Вернер Гейзенберг якось з подивом заявив: «Невже природа настільки безглузда як це здається нам в наших атомних експериментах.» Та навіть

сам розвиток неевклідової геометрії показав, що створена людиною математика нічого не каже про природу і має мало чого спільного із доказом головним – існування Бога. Ще Декарт говорив, що із самого відчуття своєї обмеженості з необхідністю витікає буття істоти досконалої. З якою він, Декарт, міг би себе порівнювати. Ця істот – Бог, повинна існувати, бо без нього, найважливішого атрибута, буття є недосконалим. З часом виянилось, що саме людина фіксує порядок в природі, простоту і математичну регулярність. І цілком ймовірно, що в природі не закладено якихось математичних принципів. Математика пропонує лише обмежений, раціональний план та ще й із похибками, оскільки за словами П. У. Бріджмена: «Математика винайдена людиною. В такому разі математика, як і усе створене людиною, піддається похибкам.» Істині властиво бути невловимою (Сенека). Але хоч математика і втратила своє місце як цитадель істини, в фізиці вона надійно зберігає свою силу. І ми зараз стикаємося із явним парадоксом: Галузь знань не претендуючи більше на роль носія дарувала нам:

–Досконало співпадаючу з повсякденним досвідом евклідову геометрію;

–Незвичайно точну геліоцентричну теорію Коперніка і Кеплера;

–Величну всеохватню механіку;

–Фізично непоясниму, теорію електромагнетизму Максвелла, що має всезагальне застосування;

–Теорію відносності;

–Квантову фізику;

–Статистичну фізику;

–Теорію моделювання і багато, багато чого іншого.

Схема дії математики така: береться одна із можливих моделей і звіряється з досвідом. Якщо модель неадекватна беруть іншу. Ми бачимо лише те, що дозволяє нам бачити наша математична оптика. «Загальні закони досвіду належать не природі, а розуму, який вкладає їх у природу» (Кант). Фізик А. Зомерфельд (1868-1951) вважав ідею начертання законів природи людським розумом кричущим прикладом людського високомірства. Хіба не цим є так званий «закон великих чисел» Бернуллі, ювілеї якого навіть святкувались. А. Еддінгтон (1882-1944) написав з цього приводу: «Там, де наука пішла занадто далеко у своєму розвитку ми отримали від природи те, що нами туди було закладено. На берегах невідомого ми знайшли незвичний відбиток. Щоб пояснити його походження, ми добували одну за однією найдотепніші теорії. Накінець ми встановили походження відбитка. Виявилось, що це наш власний слід.» Еддінгтон прийшов до того ж висновку що і єпископ Берклі: світ людського досвіду є творення нашого розуму!

Існує нескінченна множина теорій, які можуть адекватно описати явище. Вибір теорії є довільним, але перевага надається найбільш простій. Ті закони які ми надіємося відкрити в природі не існують поза людським розумом. Неможлива реальність, незалежна від розуму, що досліджує її. Об'єктивна реальність – це те, що є загальним деяким мисленням істоти і саме ця загальність може бути виражена математично. Але ці фізичні поняття вільні творіння нашого розуму і не визначені однозначно об'єктивною реальністю. Та всі намальовані наукою картини природи, які погодженні із спостереженнями –

картини математичні. Математичні рівняння це те єдине, що нам відомо про явища фізичного світу. Кінцева реальність, яка доступна нам це якраз математичний опис Всесвіту і нічого більш достовірного поки що людство не має.

1.2. Втрата визначеності у математиці XX століття.

Наш час – це ера кризисів. Вони торкнулись і математики. Ми обговоримо ті глибокі зміни, яких зазнали погляди на природу і роль математики. Про кризи в математиці написав свою книгу М. Клайн [14].

Ми вже знаємо, що математика не володіє тими якостями, які сприяли їй всезагальному захопленню і увазі. Наші попередники бачили в математиці неперевершений зразок точних міркувань, непохитних істин і законів природи. Головна наша мета показати, як вчені прийшли до усвідомлення хибності подібних уявлень, до сучасного розуміння природи і ролі математики, яка і є серцем інформатики.

Звичайно, деякі математики вважають за краще вести відверту розмову про сучасний статус своєї науки у вузькому колі, не розголошуючи сімейних таємниць. Проте, фахівці з інформатики повинні чітко бачити сильні і слабкі сторони тих математичних засобів, якими вони володіють. Правильне розуміння обмеженості (як і можливостей) того чи іншого підходу принесе незрівнянно більше користі, ніж сліпа віра, що може спотворити наші уявлення.

Є трагедії: війна, голод, чума, катаклізми в природі. Трагедії в світі ідей обумовлені гординою і обмеженістю

людського розуму. Світ істини ніколи не проб'ється через високомірство, так властиве людям.

Ця стаття – розповідь про біди, які випали на долю математики – найбільш древнього і не маючого собі рівних творінь людей, плоду їх неперервних і різноманітних зусиль, направлених на використання здібності мислити. Це розповідь про розквіт і занепад величчя математики. Чи доцільно говорити про упадок математики в наш час, коли її границі незрівнянно розширились, коли наукова діяльність математиків ведеться у все більших масштабах і досягла небувалого розквіту, коли щорічно друкуються тисячі робіт з математики, коли все більшої уваги притягують ПК і коли пошук кількісних відношень охоплює все нові області, особливо в біології і соціальних науках? В чому ж причина трагедії?

Для отримання своїх фантастичних і потужних результатів математик використовує особливий метод – метод дедуктивних висновків виходячи з невеликого числа самоочевидних принципів, які називаються аксіомами. Очевидна і бездоганна логіка дедуктивного висновку дозволила добути із аксіом багато численні незаперечні і неспростовні висновки. Неозора множина теорем про числа і фігури, здавалась невичерпним джерелом абсолютного значення, яке ніколи і нічим не може бути порушене.

Успіхи математики притягнули до себе увагу великих мислителів. Якщо математика демонструє можливості і силу розуму, то чому б, подумали наші генії, не застосувати дедуктивний метод там, де раніше цілковито володарювали авторитет, традиція і звичка: в філософії,

теології, етиці, естетиці, соціальних науках. Почалася математизація наук.

Та з'явилися підводні камені із-за яких стала спотикатись математика. Створені ще на початку XIX ст. незвичні геометрії і алгебри вимусили математиків поступово і вкрай з неохотою усвідомити, що математичні закони і в ній, і в інших науках не є абсолютними істинами. Математики з великою досадою і гіркотою побачили, що кілька різних геометрій однаково добре погоджуються з даними спостережень про структуру простору. Та ці геометрії протиречили одна одній, тобто вони не могли бути одночасно істинними. Це означає, що природа не побудована на чисто математичній основі і якщо така першооснова існує, то створена нами математика не обов'язково відповідає їй. Ключ до реальності був втрачений. Усвідомлення цього першою бідною, яка звалилась на математику.

У зв'язку з появою нових геометрій і алгебр математики пережили шок іншого порядку. Вони настільки вірили у безспірність своїх результатів, що у погоні за ілюзорними істинами стали ігнорувати строгість своїх суджень. Математики взяли за перегляд своїх досягнень і з жахом усвідомили, що математична логіка не є вже такою твердою, як думали їх попередники. Вони побачили, що розвиток математики є аналогічним і включає в себе не лише невірні докази, але і пропуски в доказах та випадкові похибки, яких можна було б уникнути, якби усі математики діяли обачно: будь-яка людина тягне в свою справу і свої гріхи. Характерно те, що такі вади не були рідкістю. Ще більша алогічність в розвитку математики полягала в неадекватному тлумаченні вихідних понять, в

недотриманні усіх необхідних правил логіки, в неповноті і недостатній строгості доказів. Чисто логічні міркування підмінялись інтуїтивними аргументами, запозиченими з фізиками, апеляціями до наочності. Враховуючи все це математики вирішили усунути усі прогалини в логічному каркасі своєї науки і перебудувати заново ті її частини, у яких виявлені якісь вади. Такий рух за математичну строгість набув широкого розмаху у 2-й половині XIX ст. і до початку XX ст. математики стали схилитись до думки, що авгієві конюшні в математиці на кінець вичищені, а реконструкція логічної структури математики породжує великі надії. Та не встигли замовкнути славослів'я у зв'язку з начебто досягнутими успіхами, як вдарив ще страшніший грім: в повністю реконструйованій математиці, причесаній і пригладженій у свою чергу виявились протиріччя. Їх зазвичай називають парадоксами-ефеїзм, що дозволяє тим, хто його використовує, замовчувати кардинальну обставину: там де є протиріччя, там нема логіки! І ведучі математики XX століття зразу ж спробували усунути протиріччя, що виникли. В результаті були чітко сформульовані чотири різні підходи до математики і які отримали значний розвиток. У кожного з цих підходів було немало сторонників. Всі 4 напрямки математики прагнули усунути не лише відомі протиріччя, але і гарантувати, що у майбутньому не виникнуть нові, тобто старатись довести непротиворічність математики. Та не сталося так як бажалося. Прийнятність певних аксіом і принципів логіки дедуктивного висновку стала певним яблуком розбрату: позиції шкіл по цим питанням розійшлись. Ще в 30-х роках XX століття математик все таки міг би заявити, що його докази у крайньому випадку

узгоджуються з догматами вибраної ним школи. Та пролунав удар жахливої сили: Курт Гедель ясно довів, що логічні принципи прийняті різними школами щодо основ математики, не дозволяють довести її непротиворічність. Це неможливо довести не торкаючись самих логічних принципів, замкнутість яких досить сумнівна. Теорема Геделя викликала паніку в рядах математиків. Наступний розвиток подій привів до нових ускладнень. Виявилось, що навіть аксіоматично-дедуктивний метод, що високо цінився раніше як надійний шлях до точного пізнання небездоганний. Наслідком цих відкриттів було те, що число різних підходів в математиці примножилось і математики розділились на ще більше число угруповань.

Яке ж положення справ у математиці зараз? Тепер існує не одна, а багато математик і кожна з них по ряду причин не задовольняє математиків, що належать іншим школам. Уявлення про звід загальноприйнятих, непорушних істин – властиве величній математиці часів Гауса, гордості людини – є хибним. На зміну впевненості що панувала в минулому, прийшла невпевненість – якою ж математикою користуватись. Суперечності по основам самої «непохитної» із наук викликали розчарування (щоб не сказати більше). Сучасний стан математики – не більше ніж жалюгідна пародія на математику минулого з її глибоко вкоріненою і широко відомою репутацією досконалого ідеалу істинності і логічної досконалості.

Деякі математики вважають, що розходження в думках, що належить вважати істиною математикою, колись будуть подолані. Звичайно, виправляти помилки – це збагачення, а не збідніння науки. Та більше математиків налаштовані песимістично. Один із найвидатніших

математиків ХХ ст. Герман Вейль [14, с. 16] пише: «Питання про основи математики і про що собою представляє в кінцевому рахунку математика, є відкритим. Ми не знаємо якогось напрямку, який дозволить в кінці кінців знайти остаточну відповідь на це питання і чи можна взагалі надіятись, що подібна «остаточна» відповідь буде отримана і признана усіма математиками. «Математизування» може залишитись одним із проявів творчої діяльності людини, подібно музицируванню чи літературній творчості, але прогнозування його історичної долі не піддається раціоналізації і не може бути об'єктивним.»

Суперечності з приводу того, що ж таке є нинішня математика і існування багато численних варіантів основ математики вплинули і на фізику, адже найбільш розвинені фізичні теорії повністю «математизовані». Тому вчених, навіть тих, хто не працює безпосередньо над вирішенням фундаментальних проблем, не може не цікавити доля математики яку, вони мають застосовувати з впевненістю, не ризикуючи затратити роки на дослідження некоректні в силу сумнівності використаного математичного апарату. Втрата критеріїв абсолютності істинності, непевність у виборі правильних математичних підходів, привели до того, що більшість математиків не займаються її основами. Кризис математики і конфлікти відносно того що є дійсна математика негативно відобразились на застосуванні математичної методології. Та вчені продовжують широко застосовувати математику для опису фізичних явищ і навіть поширюють сферу її застосування. Бо ніякого іншого апарату дослідження, настільки ж потужного як математика у вчених просто немає.

Чи ефективна математик це взагалі загадка! Ми творимо чудеса користуючись недосконалими засобами. Як тут не згадати слова А. Пуанкаре [20, с. 285]: «Ми не знаємо що таке ймовірність, але всюди її застосовуємо». І на ймовірностях побудована квантова і статистична фізика! Сучасні найвеличніші досягнення людства напряму залежать від математики. Чи можна в такому разі говорити про неоднозначність математики. Чи може тіло продовжувати жити, якщо розум і дух замутились. Так! Це відноситься як до людини так і до математики. Вона живе, хоч і є трохи замутною і веде до такого ж замутненого «прогресу» з його нескінченними кризами, провалами і алогічністю. Та все пізнається в порівнянні: поряд з іншими науками математика остається найбільш здоровою і найменш замутною. Саме вона є Монбланом людського розуму і безперечно буде такою. Математика ховає у собі найбільші цінності. В цьому секрет її вражаючої ефективності. Цінності ці нелегко сприймаються, їм не завжди віддають належне, але на щастя ними користуються. Пізнати їх важче, ніж, скажімо, цінності музики, та тих хто досягне такого пізнання чекає нагорода, оскільки в цих цінностях сконцентроване те, що відрізняє найкращі досягнення людського духу. Корисним є виключно те, що робить людину кращою.

1.3. Парадокс Ельясберга – Хампеля і теорія оцінок

Продemonструємо обмеженість математичних законів на основі існування деяких парадоксів.

Всім відомий «закон великих чисел» Бернуллі. Це дуже важливий закон в теорії оцінок. На ньому ґрунтується

один із фундаментальних принципів теорії оцінок, а саме принцип їх спроможності. Багато вчених свято вірять в цей «закон». В 1913 р. в Росії святкувалось двохсотліття цього закону [4]. На цьому святі відомий російський математик А. А. Марков виступив із спеціальною доповіддю, яка закінчується словами: «він живе і буде жити в своїй теоремі». Сказано так, начебто Бернуллі відкрив одну із вічних істин. Через трохи більше ніж 250 років після відкриття закону великих чисел в 1713, один із геніальних математиків А. М. Колмогоров так писав у передмові до книги [4, с. 4]: «масові випадкові явища у своїй сукупній дії утворюють строгі закономірності». Як бачимо навіть у другій половині ХХ ст. безсумнівно вірили в існування вічних законів, які відкриває нам математика. Перший відкритий сумнів в законі великих чисел як фундамента спроможності оцінок, висловив відомий вчений, який здійснював математичне забезпечення космічних польотів в СРСР – П. Є. Ельясберг. Він пише в [23]: «... досвід вирішення прикладних задач показує, що в дійсності властивість спроможності не здійснюється на практиці і починаючи з деякого моменту подальше збільшення обсягу вимірювальної інформації, яка використовується не приводить до підвищення точності оцінок». Цю ж обставину відмічають і інші автори [2, 3, 6, 18]. Таким чином закон великих чисел може дати щось корисне лише при певних обсягах інформації. Збільшення інформації не зворотно приводить до непотрібності цього закону в практичному змісті, проте саме для цього цей закон і був створений – для його корисного використання в теорії оцінок.

Те ж сталося із так званим нормальним законом. Під впливом великих робіт Гауса і Лапласа довгий час вважалося майже аксіомою, що розподіли похибок спостережень повинні наближатись до нормального розподілу як до своєї ідеальної граничної форми. Ф. В. Бессель так повірив в цей закон, що ігнорував явні відхилення від нього, які спостерігав при значному числі спостережень. Щоб показати його все загальність він пішов навіть на явну підробку: став, використовувати не великі, а малі за обсягом вибірки. Будь який дослідник знає, що більш надійні результати отримують при більшому числі спостережень. Але чому Бессель щоб отримати більш «надійні» результати перейшов до використання менших за обсягом вибірок так і останеться загадкою. Чи не тому, що більш об'ємні вибірки начисто відхиляли нормальний закон. Насправді ж закон Гауса не є тим самим «непохитним» законом похибок, як про нього думали класики. При числі спостережень $n > 500$ закон похибок вже істотно відхиляється від Гаусового. В цьому разі закон похибок описується розподілом Пірсона VII типу. Та, проте, коли збільшувати число спостережень, то і цей закон стає неадекватним. Десь при $n > 5000$ спостережень ми починаємо спостерігати за розподілом дивні хвилеподібні хвости, схожі на хвости Фраунгофера. Хвости які вже надійно відхиляють і закон похибок Джеффріса. В цьому і є суть парадоксу Ельясберга – Хампеля: ті «закони» які відкриває нам математика можуть бути адекватними лише за певного обсягу інформації. Отже, інформація – головний ворог «законів» і головний творець нових.

ВИСНОВКИ

Результатом проведеної роботи над вивченням статистичних розподілів відносних змін індексу Доу-Джонса, стали такі висновки:

- згідно проведених обрахунків над усім рядом індексів та його окремими частинами, було виявлено, що статистичні розподіли відносних змін не підкоряються нормальному закону, тобто ми підтвердили висновок американського економіста Е. Петерса;

- виявлено закономірність, згідно якої, відхилення цих розподілів від нормального стає все більш явним зі збільшенням кількості спостережень;

- встановлено на основі схеми Пірсона для ідентифікації розподілів, що всі без виключення отримані статистичні розподіли знаходяться в області кривих Пірсона VII типу;

- для кожного розподілу знайдено параметри розподілу Пірсона VII типу методом максимальної правдоподібності.

Відмова від представлення про загальність закону Гауса, безсумнівно, є початок нового етапу розвитку сучасної теорії математичної обробки спостережень і приведе в майбутньому до якісної зміни використовуваних у цей час прийомів мікростатистики, а також до істотного підвищення ролі метрологічних досліджень закону розподілу помилок вимірювальних засобів, особливо при постановці наукових експериментів високої й особливо високої точності.

Суть парадоксу Ельясберга – Хампеля в тому що, він відкриває нам ту математику, яка може бути адекватною лише за певного обсягу інформації.

Однак слід зауважити: не дивлячись на те, що нормальний закон не можна застосовувати до усіх без винятку розподілів помилок, при обробці вимірів технічної й середньої точності невеликого обсягу, він збереже своє значення через виняткову математичну простоту й простоту прийомів обробки, що впливають із закону Гауса.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айвазян С. А., Еньков И. С., Мешалин Л. Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. – М: Финансы и статистика, 1983. – 472с.
2. Алимов Ю. И. Альтернатива методу математической статистики. М.: Знание, 1980 – 28с.
3. Алимов Ю. И., Шаевич А. Б. Методологические особенности оценивания результатов количественного химического анализа. Журн. аналит. химии, 1988, т. XLIII, вып. 110, с. 1983-1917.
4. Бернулли Я. О законе больших чисел: Пер. с. Лат. – М.: Наука. Гл. ред. физ. – мат. лит., 1986 – 176с.
5. Градштейн И. С. Рыжик И. М. Таблицы сумм, рядов и произведений. – М.: Физматгиз, 1965. – 1100с.

6. Гранковский В. А., Сирай Т. Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л.: Энергия, 1990.
7. Джуль И. В. Анализ параллельных широтных наблюдений, выполненных по общей программе. Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук, Киев, 1974. 19 с.
8. Джуль И. В. Использование коэффициента эксцесса для контроля за постоянством метрологической ситуации при работе с баллистическим гравиметром. Повторные гравиметрические наблюдения. – М.: Изд. ВНИИ геофизики. 1983, – с. 59-65.
9. Джуль И. В. Математическая обработка астрономической и космической информации при негаусовых ошибках наблюдений. Автореф. Дис. д-ра физ.-мат. наук/ГАО. – К., 1992, – с. 46.
10. Джуль И. В. О границах неравенства Рао-Крамера для дисперсий оценок параметров распределения Пирсона VII. Кинематика и физика небес. тел., 1988, с. 85-87.
11. Джуль И. В., Славинская А. А. Закон распределения остаточных погрешностей определения времени и широты на астролябии Дантона. Вращение и приливные деформации Земли. 1984, вып.16, с. 69-74.
12. Джуль И., Газда В., Муха А., Демянюк В. Праці Міжнародної науково-практичної конференції „Економічні та гуманітарні проблеми розвитку суспільства у третьому тисячолітті” О законе распределения индексных рядов

- макроэкономических показателей. РЕГІ, Рівне, 27-29.04.2000р
13. Клайн М. Математика. Пошук істини.: Пер. с англ./ Под ред., с предисл. В. И. Аршинова, Ю. В. Сачкова. – М.: Мир, 1988 – 295с.
14. Клайн М. Математика. Утрата определенности: Пер. с англ./ Под ред., с предисл. и примеч. И. М. Яглома. – М.: Мир, 1984 – 434с.
15. Крамер Г. Математические методы статистики. М, Мир, 1975.
16. Математическое обеспечение космических экспериментов. М.: Наука, 1978 – 280с.
17. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств. – Л.: Энергия, 1968, – 248с.
18. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоатомиздат, 1991 – 304с.
19. Проблемы Гильберта. – М.: Наука, 1969.
20. Пуанкаре Анри. О науке: Пер с франц. – М.: Наука, Главная редакция физико – математической литературы, 1983 – 560с.
21. Фещур Р. В., Барвінський А.Ф.. Статистика: теоретичні засади і прикладні аспекти. Навч. посіб. Вид. друге, оновлене і доповнене. Львів: „Інтелект-Захід”, 2003, с.576.
22. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. – М.: Мир, 1970, с.368.

23. Эльясберг П. Е. Измерительная информация: сколько её нужно? Как обрабатывать? М.: Наука, 1983 – 208с.
24. Bachelier L. “Theory of Speculation”. In P. Coonter ed., The random character of Stock market prices. Cambridges, MA: M.I.T. Press 1964.
25. Dzhun J. On the Number of Intervals in the Histograms of Astronomical Observation Errors. Kinematics and Physics of Celestial Bodies. Allterton Press, Inc, /New-York. 1993, vol. 9, №1.
26. Fisher R. A. On the mathematical foundation of the theoretical statistics. – PTRS.: 1921. – 222p.
27. Gazda W. Normal Propability Distribution and Financial Theory False Assumption and Consequences International Scientific and Practical Conference “The Process of Education and Upbringing in Higher and Learning Schools – the Ways of Development and Improvement”. Ukraine, Rivne, May 14-15, 1999. p.73-75.
28. Jeffreys H. The Law of Error to the Greenwich Variation of Latitude Observation. – Mac Notic Roy Astroo.: NOV.1959. V 33, 53, p.705-709.
29. Jeffreys H. Theory of probability – 3d ed. Oxford: Clarendon press, 1961., – 468p.
30. Peters E. E. Fractal Market Analysis. – New York: John Wiley & Sons, inc., 1994.
31. Sturgess H. A. The choice of classical intervals// J. American statist. Aaa 1926, march. – 47p.